

130  
zej



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

**“PROYECTO DE RECTIFICACION  
DEL ESTERO DE NOPOLO”**

**T E S I S**

Que para obtener el título de  
INGENIERO CIVIL

presenta

**EDUARDO REYGADAS ALVAREZ**

Director de tesis: Ing. ANTONIO MORENO GOMEZ



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

		PAGINA
1	INTRODUCCION	1
2	ESTUDIOS BASICOS	3
2.1	TRABAJOS DE CAMPO	3
2.2	DATOS OCEANOGRAFICOS Y METEOROLOGICOS	10
3	ESTUDIO HIDROLOGICO	12
3.1	CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS	12
3.1	CARACTERISTICAS HIDROMETRICAS	15
4.	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DEL ESTERO DE NOPOLO	27
4.1	MODELO MATEMATICO DEL TRANSITO DE AVENIDAS	28
4.2	MODELO MATEMATICO PARA EL TRANSITO DE MAREAS	29
5	DISEÑO DE LAS OBRAS	43
5.1	ALCANTARILLA	43
5.2	MUELLE PARA LANCHAS	47
5.3	DRAGADO Y PROTECCIONES DEL VASO DEL ESTERO	52
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
7	ANEXO DE PLANOS	61
8	BIBLIOGRAFIA	72

## INTRODUCCION

En el complejo turístico de Loreto - Nopolo, en el estado de Baja California Sur, se está desarrollando un campo de Golf de 18 hoyos, con las características necesarias para estar al nivel de los mejores del mundo, con el cual se tiene planeado apoyar e incrementar al desarrollo turístico del Fraccionamiento, ofreciéndolo como un atractivo por sí mismo y adicionalmente a todos los demás atractivos con que ya cuenta el complejo.

El mencionado campo de Golf aprovechará la presencia del Estero de Nopolo dentro de sus áreas, rectificando sus márgenes y profundizándolo, con el objeto de que se integre a la escenografía. El Estero de Nopolo es un cuerpo de agua que se comunica actualmente al mar en forma deficiente, ya que se encuentra obstruido por el efecto de la gran cantidad de azolves que se depositan en él durante la época de lluvias, a través de un arroyo torrencial que desagua a través del mismo, los cuales han provocado que la mayor parte del fondo del Estero se encuentre por arriba del Nivel Medio del Mar, siendo el resultado de este efecto que muchas de las áreas del Estero se inundan sólo con la Pleamar y que el efecto del oleaje y azolves en la Boca de comunicación del Estero con el mar, hayan prácticamente tapado la boca.

Por lo anterior se decidió ejecutar los estudios necesarios para el dragado y rectificación del Estero, Diseño de detalle de la protección de sus márgenes y un pequeño atracadero que quedará ubicado dentro de sus aguas, así como la correcta comunicación de este cuerpo de agua con el mar.

Para la realización de los trabajos anteriormente enumerados, fue necesario realizar los siguientes trabajos de campo:

- Nivelación desde el banco de nivel del Club de Tennis hasta el banco de nivel maestro en el Estero, pasando por el banco de nivel del mareógrafo aledaño al Hotel El Presidente, lo anterior para darle una buena cota al banco maestro que sirvió de base para el levantamiento, de la topografía del Estero. Dicha topografía se dibujo refiriéndola al Nivel de Bajamar Media Inferior.
- Poligonal cerrada para darle coordenadas a dos puntos de apoyo para la ejecución de la batimetría marina frente a la Boca del Estero.
- Batimetría marina frente a la Boca del Estero de Nopolo.
- Ejecución de 11 pozos de lavado en diferentes puntos del Estero con el objeto de conocer las características del material que tendrá que ser removido cuando se rectifique y profundice.

- Localización de una pedrera para la obtención del material para la protección de márgenes y construcción de las obras de protección de la comunicación Estero-Mar.

En lo que respecta al gabinete los trabajos fueron los siguientes:

- Estudio hidrológico de la cuenca del arroyo que desfoga al Estero de Nopolo, con el objeto de estimar los volúmenes de agua y de azolves que llegan al mismo.
- Tránsito de avenidas y comportamiento hidráulico del Estero de Nopolo ya rectificado, incluyendo una alcantarilla que dividirá al Estero en dos cuerpos de agua y sobre la cual pasará un pequeño camino de servicio.
- Análisis de la estabilidad de la Boca de comunicación del Estero con el mar.
- Diseño de detalle de la alcantarilla dentro del Estero.
- Diseño de las obras exteriores de protección.
- Diseño de detalle de la protección de márgenes del Estero.

## 2. ESTUDIOS BASICOS

### 2.1 TRABAJOS DE CAMPO

Se realizó un reconocimiento de toda el área del proyecto con el objeto de localizar físicamente las mojoneras y los bancos de nivel que servirían de apoyo a los trabajos de campo así como la localización de posibles pedreras.

#### NIVELACION

La nivelación se llevó desde el Banco de Geofísica cercano al Hotel El Presidente y las mojoneras de la poligonal playera número 40, 39, 38, 31 y 19, siendo los resultados obtenidos los siguientes:

BN - Tennis	4.860 m	r NEMI
BN - Geofísica	2.190 m	r NEMI
M - 40	3.101 m	r NEMI
M - 39	2.992 m	r NEMI
M - 38	2.345 m	r NEMI
M - 31	2.188 m	r NEMI
M - 19	3.925 m	r NEMI

dibujándose los puntos en un Plano escala 1:1000, configurando el terreno con curvas a cada 25 cm (Plano P-1).

#### POZOS DE LAVADO

Con el objeto de obtener las características del material que constituye el Vaso del Estero de Nopolo se realizaron un total de 11 pozos de lavado utilizando una motobomba de 5 HP con un diámetro de succión 2.5 in y de descarga de 3/4 in. En general estos se llevaron hasta una cota de entre -2.1 a -3.3 m r NEMI, salvo en los pozos 1 y 2 en donde no fué posible alcanzar este nivel, sino a una cota de +0.877 y +0.516 respectivamente. En general el tipo de material encontrado en todos los pozos fué similar, es decir, arena limosa café claro en la parte superior y arena con pedacería de conchas en la parte inferior. En el caso de los pozos 1 y 2 en donde no fué posible alcanzar la cota -2.0 m fué debido a la presencia de arena muy compacta que impidió el paso del chiflón de agua. Desafortunadamente con el método empleado no se pudo constatar si subyaciendo la arena compacta existen boleas o roca.

La posición de los pozos así como su cota de brocal y del límite de la perforación se muestran a continuación:

CUADRO Nº 1

POZO	X	Y	COTA BROCAL	COTA PERFORACION
P - 1	7, 899. 961	1, 119. 552	4. 177	0. 877
P - 2	7, 885. 745	1, 075. 477	2. 166	0. 516
P - 3	7, 980. 857	826. 155	1. 066	-2. 294
P - 4	8, 077. 932	980. 892	0. 956	-2. 342
P - 5	8, 070. 577	998. 349	0. 725	-2. 575
P - 6	8, 101. 836	1, 197. 291	0. 968	-2. 332
P - 7	7, 811. 908	921. 410	1. 160	-2. 140
P - 8	8, 004. 810	1, 357. 667	0. 238	-3. 062
P - 9	8, 105. 018	1, 399. 014	0. 030	-3. 270
P - 10	8, 123. 173	1, 363. 743	0. 029	-3. 271
P - 11	8, 119. 726	1, 337. 383	0. 645	-2. 655

La localización de los pozos se realizó por medio de radiaciones desde un punto en las faldas del macizo rocoso Norte que flanquea la boca del Estero, realizándose la nivelación del brocal por medio de una nivelación trigonométrica, la cual se checó con el Plano de la topografía del Estero. Los pozos se encuentran localizados en el Plano F-3.

#### BATIMETRIA FRENTE A LA BOCA DEL ESTERO

Para la realización de la batimetría marina frente a la boca del Estero fue necesario utilizar dos puntos auxiliares para apoyo de los tránsitos; dichos puntos auxiliares se colocaron en las faldas de los dos macizos rocosos que flanquean la boca, levantando una poligonal auxiliar cerrada con apoyo en los puntos M-19 y M-31. El resultado del cierre de la poligonal se muestra en el Cuadro Nº 2

La batimetría se realizó con una ecosonda Raytheon de registro continuo en papel, posicionando la embarcación por medio de la intersección de las visuales de dos tránsitos colocados sobre los

CUADRO Nº 2

COMUNICACION CON EL MAR ESTERO NOPOLO BAJA CALIFORNIA SUR

PUNTO	LADO	LONGITUD	ANGULO	TIPO	AZIMUT	CORRECCIONES		COORD. X	COORD. Y
						PROY. X	PROY. Y		
N31	N31 - AUT1	219.338	59° 22' 02"	1	84° 16' 04"	213.26	21.41	1,943.403	1,436.636
AUT1	AUT1 - AUT2	66.189	228° 40' 09"	1	35° 36' 01"	38.53	53.82	8,156.662	1,458.044
AUT2	AUT2 - AUT3	171.310	34° 27' 01"	1	181° 09' 01"	-3.44	-171.22	8,195.191	1,511.863
AUT3	AUT3 - B19	240.058	74° 05' 16"	1	281° 03' 57"	-229.50	70.45	8,191.747	1,340.585
B19	B19 - N31	31.786	183° 26' 04"	1	323° 38' 00"	-18.85	25.60	7,962.251	1,411.040

EX: 0.018 m

EY: -48-02 m

- » ERROR ANGULAR : 0° 00' 32.40"
- » CLASIFICACION POR ANGULO : 0° 00' 06.60"
- » SUMA DE ANGULOS : 540° 00' 32.40"
- » SUMA DE LONGITUDES : 723.68 m
- » PRECISION : 40,072.65 m
- » AREA DEL POLIGONO : 18,319.64 m<sup>2</sup>



puntos auxiliares 2 y 3 de la poligonal de apoyo. El posicionamiento se realizó aproximadamente cada 30 segundos tomándose un total de 99 fijas en 14 secciones sensiblemente perpendiculares a la costa y espaciadas 50 m en promedio.

El levantamiento se realizó el día 2 de Noviembre de 1986, refiriéndolo al NEMI, corrigiéndose por profundidad de transductor y por marea, la cual fué de 1.07 m al inicio del sondeo y de 0.5 m al final (r NEMI).

El resultado del sondeo se muestra en el Plano P-4 con curvas a cada metro.

## BANCO DE ROCA

Con el fin de obtener un volumen adecuado de material para la construcción de la posible escollera o las protecciones marginales del proyecto, se necesitaba localizar un banco de roca cercano al área en estudio, tomando precaución de que éste no se apreciara desde la carretera para no alterar el panorama.

El punto más apropiado para estos fines, se encuentra en el lugar donde antiguamente se extrajo roca para diferentes obras. Este banco sin embargo está casi totalmente explotado; por lo que se recurrió a otro cerro cercano, en el que se encontró roca de buenas características físicas. La entrada al banco se efectúa por la carretera Loreto - La Paz donde a la altura del kilómetro 111, se encuentra un camino de terracería (ver Plano P-5).

La roca que se propone explotar, es una andesita muy densa (peso específico 2.6), que presenta fracturas verticales de dirección N-S espaciadas entre 1 y 1.5 m por lo que su RGD estimado varía entre los 75 y 90% clasificándose la roca como muy buena.

Las observaciones de campo indican además que se pueden obtener fácilmente bloques muy grandes de dimensiones de 2 x 1 m. Con el fin de determinar la granulometría que se puede obtener con un determinado patrón de barrenación, mismo que se tendrá que ajustar en el campo conforme se explote la roca, se utilizó el diagrama de Bernt-Larsson (Figura N°1).

Los datos empleados para el cálculo fueron los siguientes:

Separación entre barrenos	=	2.5 m
Profundidad de los barrenos	=	5.0 m
Ancho de capa que se explota	=	5.0 m
Carga de explosivo por barreno	=	17.0 Kg
Constante de la roca	=	0.6 {función de su dureza}

$$\text{Carga específica} = \frac{17}{2.5 \times 2.5 \times 5} = 0.54$$

$$\text{Barrenación específica} = \frac{5.5}{2.5 \times 2.5 \times 5} = 0.176$$

$$\text{Distribución de barrenos E/V} = 1$$

$$\text{Constante de explosividad} = 0.4$$

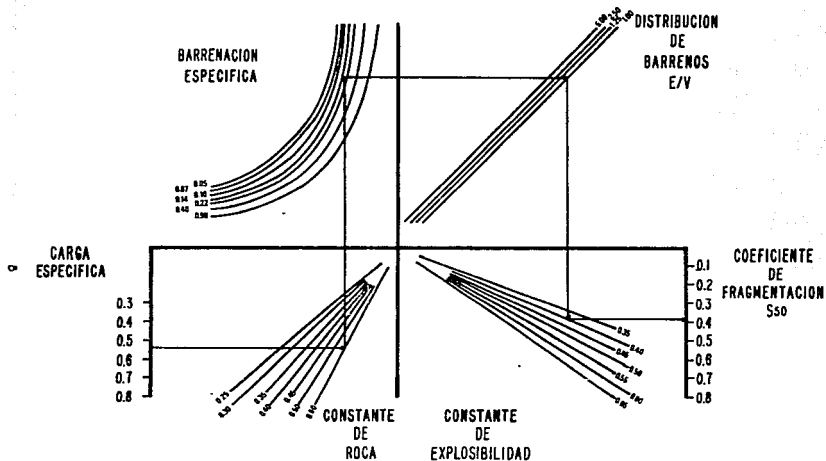
Con estos datos se calculó el coeficiente de fragmentación  $S_{50}$  que resultó ser de 0.39, aproximadamente igual a 0.4; es decir que con el patrón de barrenación y con las cargas propuestas el 50% de los fragmentos que se obtendrán serán menores de 40 cm.

En caso de que se quieran obtener fragmentos más grandes se podrán espaciar más las barrenaciones variando de tal forma la carga y la barrenación específica.

En cuanto a las características del afloramiento se hace notar que las lavas andesíticas se encuentran en la parte superior del lomerío mientras que en la parte inferior donde la pendiente es más suave, se prevé que existan brechas andesíticas que presentan una menor densidad y una menor dureza con respecto a las andesitas.

Los volúmenes de roca disponible calculados hasta el cambio de pendiente son de 5,000 m<sup>3</sup> aproximados en el banco ya explotado y de 200,000 m<sup>3</sup> en el banco que se propone.

FIGURA N°1



CALCULO DEL COEFICIENTE DE FRAGMENTACION  $S_{50}$  BASADO EN LOS DATOS TECNICOS DE LA VOLADURA SEGUN BERNT-LARSSON

CUADRO N° 3

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS Y PROBABILIDADES DE EXCEDENCIA  
OLEAJE EN LA ZONA DE LORETO - NOPOLO, E. C. S.  
(PORCENTAJES)

RANGO DE ALTURA		DIRECCION NE		DIRECCION E		DIRECCION SE		TODAS DIRECCIONES	
H1 (cm)	H2 (cm)	P(H1 H2)	FRECUENCIA	P(H1 H2)	FRECUENCIA	P(H1 H2)	FRECUENCIA	P(H1 H2)	FRECUENCIA
0	5	26.33	7.67	32.53	9.47	18.59	5.41	77.45	22.55
5	10	12.23	14.10	15.11	17.42	8.63	9.96	35.97	41.48
10	15	3.40	8.63	4.21	10.90	2.40	6.23	10.01	25.96
15	20	0.57	2.83	0.70	3.51	0.40	2.00	1.67	8.34
20	25	0.06	0.51	0.07	0.63	0.04	0.36	0.17	1.50
> 25	-	-	0.06	-	0.07	-	0.04	-	0.17
SUMAS			34.00		42.00		24.00		100.00

El periodo considerado es de 2.7 seg.  
La altura de ola máxima es de 60 cm.

## 2. 2 DATOS OCEANOGRÁFICOS Y METEOROLÓGICOS

De la información recopilada para la zona, se obtuvo información correspondiente a oleaje, viento y características sobre el régimen playero, que se resume a continuación:

### MAREAS

Los niveles significativos de marea fueron obtenidos de las tablas de predicción y se refieren a la estación de la población de Nopolo, los cuales son los siguientes:

Pleamar Máxima Registrada	(PMR)	+ 1.239 m
Nivel de Pleamar Media Superior	(NPMS)	+ 0.924 m
Nivel de Pleamar Media	(NPM)	+ 0.847 m
Nivel de Media Marea	(NMM)	+ 0.485 m
Nivel de Bajamar Media	(NBM)	+ 0.122 m
Nivel de Bajamar Media Inferior	(NBMI)	0.000 m
Bajamar Mínima Registrada	(BMR)	- 0.437 m

### OLEAJE

Se realizó una campaña de medición de oleaje con fechas del 16 de Julio al 28 de Noviembre de 1981, del que se concluyó que las frecuencias de oleaje son de 34, 42 y 24% respectivamente de las direcciones NE, E y SE, con una altura de ola media de 8.27 cm y máxima de 60 cm por período medio 2.7 seg.

A partir de dicha información y considerando la distribución de frecuencias observadas, se ajustaron los valores a una distribución de Raleigh, para determinar la probabilidad de excedencia y frecuencias por direcciones, como se indica en el Cuadro N° 3; resultando una Hrms:9.9 cm, siendo la probabilidad de excedencia de una altura de ola de 0.25 m de 0.17%. Cabe destacar que el período en que se midieron los oleajes, no ocurrieron tormentas.

### VIENTOS

Simultáneamente a la campaña de medición de oleaje se efectuó en el citado estudio, una campaña de medición de vientos, cuya distribución de frecuencias es: 33% del NE, 26% del E, 21% del SE y 16% de calmas.

Puesto que dicha información resulta escasa, se hace referencia los registros de la Estación Loreto, cuya distribución se presenta en el Cuadro N° 4.

CUADRO Nº 4

DIRECCION	FRECUENCIA [%]	VELOCIDAD MEDIA [m/s]
N	16.22	3.06
NE	13.51	3.93
E	5.41	2.66
SE	13.51	4.03
S	5.41	2.60
SW	5.41	3.33
W	16.22	4.33
NW	13.51	7.66
CALMAS	10.00	-

### CARACTERISTICAS PLAYERAS

Uno de los objetivos fundamentales del estudio era la determinación del régimen litoral, sin embargo la estimación es cualitativa, determinándose un volumen muy pequeño, proveniente del NE. Se observó en el eje 4 que corresponde a la playa vecina, al NE de la zona de estudio, un material arenoso cuyo diámetro medio es de 0.7 mm.

### 3. ESTUDIO HIDROLOGICO

El estudio hidrológico, tiene por objeto determinar el régimen de avenidas máxima en el Estero de Nopolo que permita diseñar las alcantarillas, analizar la estabilidad de la desembocadura del Estero y proponer las obras necesarias para su control.

#### 3.1 CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS

A partir del Plano G12 - C18 (San Javier), editado por DETENAL: se delimitó la cuenca que drena al Estero de Nopolo (Figura N° 2) determinando las siguientes características:

Area de la cuenca  $A = 5.575 \text{ km}^2$   
Longitud del cauce principal  $L = 4,000 \text{ m}$

La pendiente del cauce se calculó a partir del método propuesto por Taylor y Schwarz, la cual se expresa:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{1:m}{1} \cdot \frac{L1}{(S1)^{0.5}}} \right]^2$$

en donde:

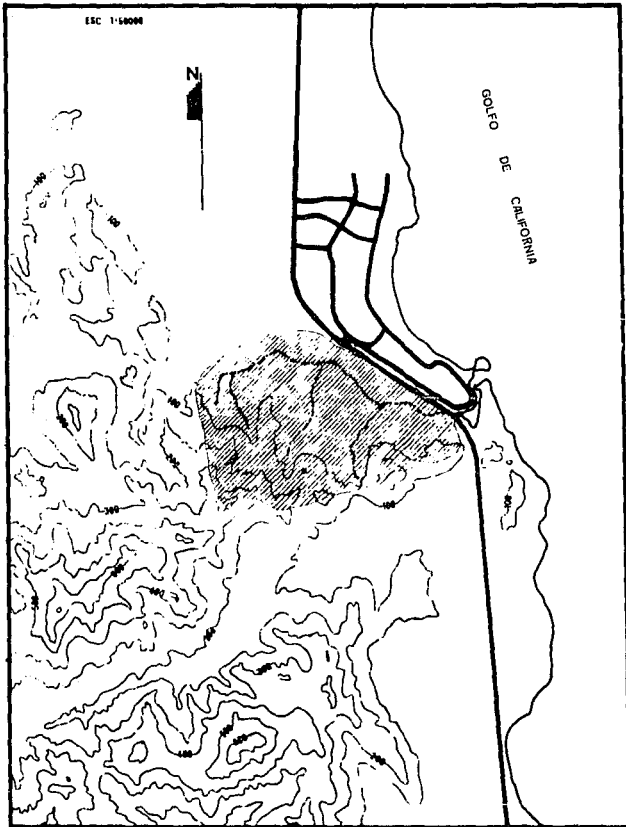
$L1$  = es la longitud de un tramo de cauce.

$S1$  = es la pendiente del tramo.

$m$  = es el número de tramos del cauce principal.

El cauce se dividió en cuatro tramos cuyas características son las siguientes:

FIGURA N°2



PLANO G12-C18 SAN JAVIER BGS.  
S.P.P.



CUADRO Nº 5

TRAMO	LONGITUD "L1" [m]	DESNIVEL "D1" [m]	PENDIENTE "S1" [%]	f S1
1	250	100	40.00	39.53
2	400	60	15.00	103.28
3	550	20	3.64	208.28
4	2800	20	0.71	8802.29
	4000			9153.38

Por lo tanto:

$$S = \left[ \frac{4,000.00}{3,754.08} \right]^2 = 1.14\%$$

Pendiente del cauce principal.....1.14%

A partir de las características topográficas, se determinaron las características de los tiempos de concentración y de retraso, este último según criterios de Chow y Hockus; y el primero según el criterio de Kirpch, cuyas expresiones son:

$$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.770}}{S^{0.385}}$$

En donde:

$t_c$  = tiempo de concentración en horas.

L = longitud del cauce en m.

S = pendiente de la cuenca.

Resultando para la cuenca.

$$t_c = 1.08 \text{ hr.}$$

Por lo que se refiere al tiempo de retraso (tr), según Mockus.

$$\begin{aligned} tr &= 0.5 \text{ stc} \\ tr &= 0.65 \text{ hr} \end{aligned}$$

Según Chow:

$$tr = 0.005 \left[ \frac{L}{S^{0.5}} \right]^{0.64}$$

en donde L en [m], S en [%] y tr en [hr]

$$tr = 0.97 \text{ hr.}$$

Por último considerando el tipo de vegetación y suelo; de acuerdo con la clasificación del "Soil Conservation Service" (SCS) el Número de escurrimiento (N) se estimó en 60.

### 3. 2 CARACTERISTICAS HIDROMETRICAS

La información hidrométrica se tomó del "Estudio Hidrológico e Hidráulico del Arroyo el Tular, B.C.S.", elaborado por la Dirección General de Control de Ríos, en el mes de agosto de 1985. En donde a partir de la estación pluviográfica, de Loreto se establecieron las curvas de intensidad, duración, frecuencia.

De las gráficas (IDF), se escogieron algunos valores significativos para el cálculo de las avenidas; seleccionándose los periodos de retorno de 5, 10, 50 y 100 años, cuya duración e intensidad se indica en el Cuadro Nº 6

### CALCULO DE LAS AVENIDAS MAXIMAS

A partir de los datos anteriores, se aplicaron los métodos de Chow y del Hidrograma Unitario Triangular para determinar los gastos pico.

El método de Chow establece:

$$Qp = \frac{0.278 Pe A Z}{\text{de}}$$

en donde:

$Q_p$  : gasto pico en  $[m^3/s]$   
 $P_e$  : lluvia efectiva en  $[mm]$   
 $A$  : área de la cuenca en  $[km^2]$

CUADRO N° 6

VALORES DE INTENSIDAD - DURACION - FRECUENCIA  
 ESTACION LORETO, B. C. S.

DURACION "de" [min]	INTENSIDAD [mm/hr]			
	Tr:5 AÑOS	Tr:10 AÑOS	Tr:50 AÑOS	Tr:100 AÑOS
30	60	75	105	120
40	52	60	88	98
50	42	52	74	82
60	36	44	62	71
70	32	38	54	63
80	30	36	50	56
90	28	33	47	53
100	26	31	43	49
110	24	29	39	45
120	22	27	37	41

$d_e$  = duración de la tormenta en [hr]  
 $Z$  = factor de reducción de pico  $f(d_e/tr)$

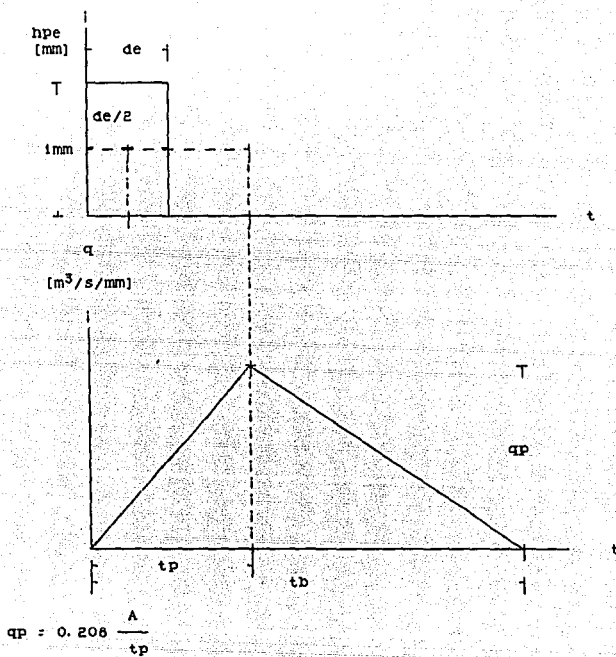
siendo:

$$P_e = \frac{\left[ P - \frac{508}{N} + 5.08 \right]^2}{P + \frac{2,032}{N} - 20.32}$$

$P = I \cdot de$   
 $P$  : precipitación en [mm]  
 $I$  : intensidad en [mm/hr]  
 $N$  : número de escurrimiento

El método del Hidrograma Unitario Triangular establece:

FIGURA Nº 3



$$Q_p = q_p \cdot P_e$$

donde:

qp = gasto pico unitario [ $m^3/s/mm$ ]  
Qp = gasto pico en [ $m^3/s$ ]  
tp = tiempo pico en [hr]  
tb = tiempo base en [hr]

siendo:

$$tp = \frac{de}{2} + 0.6 tc$$

$$tb = 2.67 tp$$

tc = tiempo de concentración en [hr]

En los Cuadros N<sup>o</sup> 9, 10, 11 y 12 se presentan los cálculos de las avenidas máximas que respectivamente corresponden a periodos de retorno de 5, 10, 50 y 100 años, cuyos rasgos significativos se resumen a continuación:

CUADRO N<sup>o</sup> 7

PERIODO DE RETORNO [años]	GASTO MAXIMO [ $m^3/s$ ]	TIEMPO PICO [hr]	TIEMPO BASE [hr]
5	24.01	1	2.6
10	30.69	1	2.8
50	50.08	1	2.6
100	57.57	1	2.6

Los valores anteriores se ajustan a una función logarítmica con un coeficiente de correlación de 0.99 en la siguiente función:

$$G_{max} = 5.1894 + 11.3918 (L Tr)$$

### APORTACIONES DE SEDIMENTOS

Para evaluar el volumen de sólidos que en un momento dado, pudieran llegar al Estero, se aplicó la Ecuación Universal de la Erosión que se expresa como:

$$A = R K (SL) C P$$

en donde:

A = pérdida del suelo expresada en [ton/acre]

R = erosividad, función de la lluvia la cual se calcula como:

$$R = CI (h_{30})^{2.5}$$

$h_{30}$  = precipitación máxima en 30 minutos para un período de retorno de 10 años, en [in].

CI = coeficiente, función del período de retorno de la precipitación para la cual se desea evaluar la erosión

CUADRO Nº 6

Tr [años]	ANUAL	POR TORMENTA MAXIMO
1	23.20	8.37
5	48.50	18.15
10	61.20	23.00
20	69.60	28.00
ESPERANZA	40.00	15.00

K = erodabilidad, función del tipo de suelo

0.25 <= K <= 0.35  
(arenoso) (arcilloso)

(SL) = factor, pendiente-longitud de acarreos

$$L = \left[ \frac{11}{73} \right]^{0.5}$$

$$S = \frac{(0.43 + 0.30 (S1) + 0.043 (S2^2))}{6.613}$$

l1 = longitud de acarreo en [ft]  
S1 = pendiente del campo en [%]  
C = factor de cobertura vegetal, función del ciclo vegetativo.

0.1 <= C <= 0.7  
(gran follaje) (escaso follaje)

P = factor de cuidado del suelo

0.1 <= P <= 0.9  
(baja pendiente, terrazas y contorno) 0.1  
(alta pendiente, sin terrazas ni contorno) 0.9

Para el caso del estudio se consideran las siguientes características

h(30) = 37.5 mm = 1.48 in. (del análisis hidrológico)  
R = 40 (1.48<sup>2.5</sup>) = 106.6 (para la erosión anual)  
R1 = 15 (1.48<sup>2.5</sup>) = 40.0 (para la tormenta máxima)  
K = 0.3  
S1 = 2.5%  
l1 = 800 m = 2,625 ft  
(SL) = 1.31  
C = 0.4  
P = 0.5  
S = 0.219  
L = 6.0

Por lo tanto:

A~ = 6.38 ton/acre = 0.0010 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> erosión total anual esperada  
A1~ = 3.14 ton/acre = 0.0004 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> erosión esperada anualmente por la tormenta máxima

Siendo la superficie de la cuenca de 5.575 km<sup>2</sup>, los volúmenes esperados anualmente que aporte la cuenca son:

V~ = 5,839 m<sup>3</sup>/año  
V1~ = 2,190 m<sup>3</sup>/máxima tormenta anual

**CUADRO Nº 9**  
**CALCULO DE LA AVENIDA MAXIMA DEL ESTERO DE NOPOLO**  
**PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS**

DURACION "de" [min]	INTENSIDAD "i" [mm/hr]	PRECIPITACION "p" [mm]	LLOVIA ESPECTIVA "pe" [mm]	METODO DE CHOW			HIDROGRAMA UNITARIO		
				de/Lr	RESUCCION Z	GASTO FICO "Qp" [m <sup>3</sup> /s]	TIEMPO FICO "tp" [hr]	GASTO UNITARIO "qu" [m <sup>3</sup> /s/mm]	GASTO FICO "Qp" [m <sup>3</sup> /s]
30	60	30.00	16.26	0.52	0.38	19.15	0.90	1.29	20.96
40	52	34.67	20.29	0.60	0.50	23.58	0.98	1.18	24.01
50	42	35.00	20.58	0.66	0.58	22.20	1.06	1.09	22.52
60	36	36.00	21.46	1.03	0.66	21.96	1.15	1.01	21.65
70	32	37.33	22.64	1.20	0.71	21.36	1.23	0.94	21.35
80	30	40.00	25.03	1.37	0.80	23.28	1.31	0.88	22.16
90	28	42.00	26.64	1.55	0.84	23.29	1.40	0.83	22.23
100	26	43.33	28.05	1.72	0.88	22.95	1.48	0.78	21.98
110	24	44.00	28.66	1.89	0.92	22.29	1.56	0.74	21.31
120	22	44.00	28.66	2.06	1.00	22.21	1.65	0.70	20.15

**CONSTANTES:**

- » Area de la cuenca
- » Longitud del cauce principal
- » Pendiente del cauce
- » Número de escurrimiento
- » Tiempo de retraso (Chow)
- » Tiempo de retraso (Holtus)
- » Tiempo de concentración

A : 5.575 km<sup>2</sup>  
 L : 4,000 m  
 S : 1.14 l  
 N : 50  
 t<sub>r1</sub> : 0.97 hr  
 t<sub>r2</sub> : 0.65 hr (H. U.)  
 t<sub>c</sub> : 1.00 hr

**VALORES RESULTANTES:**

Gasto máximo : 24.01 m<sup>3</sup>/s  
 Tiempo Fico : 0.98 hr  
 Tiempo Base : 2.62 hr



CUADRO Nº 10

CALCULO DE LA AVENIDA MAXIMA DEL ESTERO DE NOPOLO  
PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS

DURACION "de" [min]	INTENSIDAD "i" [mm/hr]	PRECIPITACION "p" [mm]	LLOVIA ESPECTIVA "pe" [mm]	METODO DE CROW		HIDROGRAMA UNITARIO			
				de/Lr	Z	GASTO PICO "qp" [m <sup>3</sup> /s]	TIEMPO PICO "tp" [hr]	GASTO UNITARIO "qu" [m <sup>3</sup> /s/mm]	GASTO PICO "qp" [m <sup>3</sup> /s]
30	75	37.50	22.79	0.52	0.38	26.85	0.90	1.29	29.36
40	60	40.00	25.03	0.69	0.50	29.10	0.98	1.18	29.63
50	52	43.33	28.05	0.86	0.58	30.26	1.06	1.09	30.69
60	44	44.00	28.66	1.03	0.66	29.32	1.15	1.01	28.90
70	38	44.33	28.96	1.20	0.71	27.32	1.23	0.94	27.31
80	35	48.00	32.33	1.37	0.80	30.07	1.31	0.88	28.63
90	33	49.50	33.72	1.55	0.84	29.27	1.40	0.83	27.94
100	31	51.67	35.74	1.72	0.88	29.25	1.48	0.78	28.01
110	29	53.17	37.14	1.89	0.92	28.89	1.56	0.74	27.62
120	27	54.00	37.92	2.06	1.00	29.39	1.65	0.70	26.66

CONSTANTES:

- » Area de la cuenca
- » Longitud del cauce principal
- » Pendiente del cauce
- » Numero de escurrimiento
- » Tiempo de retardo (Crow)
- » Tiempo de retraso (Mochas)
- » Tiempo de concentración

A : 5.575 km  
L : 4,000 m  
S : 1.14 %  
N : 60  
Lr1 : 0.91 hr  
Lr2 : 0.65 hr (R. U.)  
Lc : 1.08 hr

VALORES PRESUMIDOS:

Gasto máximo : 30.69 m<sup>3</sup>/s  
Tiempo Pico : 1.06 hr  
Tiempo Base : 2.83 hr

**CUADRO Nº 11**  
**CALCULO DE LA AVENIDA MAXIMA DEL ESTERO DE NOPOLO**  
**PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS**

DURACION "de" [min]	INTENSIDAD "i" [mm/hr]	PRECIPITACION "p" [mm]	LLOVIA ESPECIFICA "pe" [mm]	METODO DE CROW		HIDROGRAMA UNITARIO			
				de/1r	Z	TIEMPO PICO "tp" [hr]	GASTO UNITARIO "qu" [m <sup>3</sup> /s/mm]	GASTO PICO "qp" [m <sup>3</sup> /s]	
30	105	52.50	36.51	0.52	0.38	43.01	0.90	1.29	47.06
40	88	58.67	42.31	0.59	0.50	49.16	0.98	1.18	50.08
50	74	61.67	45.15	0.66	0.58	48.71	1.06	1.09	49.41
60	62	62.00	45.47	1.03	0.66	46.51	1.15	1.01	45.66
70	54	63.00	46.42	1.20	0.71	43.79	1.23	0.94	43.78
80	50	66.67	49.91	1.37	0.80	46.42	1.31	0.88	44.20
90	47	70.50	53.58	1.55	0.84	46.51	1.40	0.83	43.44
100	43	71.67	54.70	1.72	0.88	44.77	1.48	0.78	42.88
110	39	71.50	54.54	1.89	0.92	42.42	1.56	0.74	40.56
120	37	74.00	56.95	2.06	1.00	44.13	1.65	0.70	40.04

**CONSTANTES:**

» Area de la cuenca	A :	5.575	km <sup>2</sup>
» Longitud del cauce principal	L :	4,000	m
» Pendiente del cauce	S :	1.14	%
» Número de escurrimiento	N :	50	
» Tiempo de retraso (Crow)	tr1 :	0.97	hr
» Tiempo de retraso (Nockus)	tr2 :	0.65	hr (H. U)
» Tiempo de concentración	tc :	1.08	hr

**VALORES RESULTANTES:**

Gasto máximo :	50.08 m <sup>3</sup> /s
Tiempo Pico :	0.98 hr
Tiempo Base :	2.62 hr

**CUADRO Nº 12**  
**CALCULO DE LA AVENIDA MAXIMA DEL ESTERO DE NOPOLO**  
**PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS**

DURACION	INTENSIDAD	PRECIPITACION	LUVIA EFECTIVA	METODO DE CHOW		HIDROGRAMA UNITARIO			
				de/hr	Z	GASTO PICO	TIEMPO PICO	GASTO UNITARIO	GASTO PICO
"de" [min]	"i" [mm/hr]	"p" [mm]	"pe" [mm]			"qp" [m <sup>3</sup> /s]	"tp" [hr]	"qu" [m <sup>3</sup> /s/mm]	"qp" [m <sup>3</sup> /s]
30	120	60.00	43.57	0.52	0.38	51.32	0.90	1.29	56.16
40	98	65.33	48.64	0.69	0.50	56.54	0.98	1.18	57.57
50	82	68.33	51.51	0.84	0.58	55.56	1.06	1.09	56.37
60	71	71.00	54.06	1.03	0.66	55.31	1.15	1.01	54.53
70	63	73.50	56.47	1.20	0.71	53.26	1.23	0.99	53.25
80	56	74.67	57.59	1.37	0.80	53.56	1.31	0.88	51.00
90	53	79.50	62.25	1.55	0.84	54.04	1.40	0.83	51.58
100	49	81.67	64.35	1.72	0.88	52.66	1.48	0.78	50.44
110	45	82.50	65.16	1.89	0.92	50.68	1.56	0.74	48.45
120	41	82.00	64.67	2.06	1.00	50.12	1.65	0.70	45.47

**CONSTANTES:**

- » Area de la cuenca
- » Longitud del cauce principal
- » Pendiente del cauce
- » Número de escurrimiento
- » Tiempo de retraso (Chow)
- » Tiempo de retraso (Mockus)
- » Tiempo de concentración

- A : 5.575 Km
- L : 4,000 m
- S : 1.14 %
- N : 60
- tr1 : 0.97 hr
- tr2 : 0.65 hr (H. U)
- tc : 1.08 hr

**VALORES RESULTANTES:**

- Gasto máximo : 57.57 m<sup>3</sup>/s
- Tiempo Pico : 0.98 hr
- Tiempo Base : 2.62 hr

El Estero Nopolo, está sujeto a un problema de azolvamiento que se observa actualmente, ya que la mayor parte de sus áreas solo cuenta con agua durante la Pleamar y el efecto combinado del azolve y el oleaje prácticamente han tapado su boca de comunicación con el océano.

El proceso de enarenamiento del Estero es provocado por la gran cantidad de azolves que llegan a él en época de lluvias, por un arroyo torrencial que desagua al mar a través del mismo, cuyo volumen es de 5,800 m<sup>3</sup> por año, implica; si el azolve se repartiera uniformemente en toda el área de agua del Estero, que el nivel del fondo, suba 7.0 cm cada año.

La pérdida de profundidad de 7.0 cm/año podría parecer en principio aceptable, salvo que está basada en una suposición improbable que es la de un azolvamiento uniforme en toda el área; siendo la situación mas factible que se acumule principalmente en la boca de este al mar, y en este sitio bajo el efecto del oleaje cierre parcialmente la comunicación impidiendo el acceso de embarcaciones.

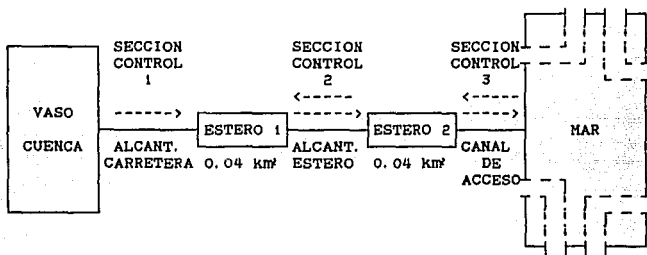
La problemática de azolvamiento detectada implica que para el correcto aprovechamiento del Estero hay que cortar la fuente de alimentación de material, lo cual solo se lograría proyectando y construyendo alguna obra de control de azolves aguas arriba de la alcantarilla carretera, aprovechando el terraplén de la carretera y la propia morfología de la cuenca.

#### 4. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DEL ESTERO DE NOPOLO

El proyecto del Campo de Golf, considera el aprovechamiento del Estero Nopolo, cuya morfología será modificada, según se indica en el Plano P-6. El Estero se ve sujeto a un flujo hidráulico producido por la marea, y por los escurrimientos propios de la cuenca que le drena.

El sistema puede esquematizarse dividido por tres secciones de control y cuatro zonas, como se ilustra en el siguiente esquema:

FIGURA Nº 4



El esquema planteado produce efectos reguladores sobre las avenidas en su paso por las alcantarillas, vasos y canal de acceso; lo mismo en la propagación de la marea en el Estero producida por el canal de acceso, alcantarilla y vasos. El tránsito de la avenida puede analizarse en forma independiente, dado que la cota inferior de la alcantarilla de la carretera es suficientemente alta para que el efecto de la marea, no sea significativo en el tránsito de la misma.

El flujo de agua en el Estero en condiciones normales de operación será por simple acción de marea, siendo la condición con avenidas una situación extraordinaria.

En el presente capítulo se desarrollan los modelos matemáticos del tránsito de avenidas de marea y su aplicación para las diferentes condiciones de marea y tamaños de alcantarilla.

#### 4. 1.           MODELO MATEMATICO DEL                   TRANSITO DE AVENIDAS

El modelo considera el fenómeno transitorio de la avenidas, a partir de los hidrogramas determinados en el análisis hidrológico; considerando a la alcantarilla de la carretera como sección de control y en consecuencia la superficie inundable como vaso regulador.

El diagrama de flujo se indica en la *Figura Nº 5*, cuyas variables se definen a continuación:

Constantes:

B : Ancho de la alcantarilla carretera       = 5.5 m  
L : Longitud de la alcantarilla carretera   = 7.0 m  
CI : Cota inferior de la alcantarilla       = 0.61 msNBMI  
CS : Cota superior de la alcantarilla       = 2.11 msNBMI  
DT : Intervalo de tiempo

Datos iniciales

VA<sub>0</sub> = Volumen de agua almacenado al inicio de la avenida = 0 m<sup>3</sup>

Hidrograma de Entradas

t<sub>1</sub> : Tiempo correspondiente al instante "1"  
GE<sub>1</sub> : Gasto de entrada al vaso en el tiempo "t<sub>1</sub>"

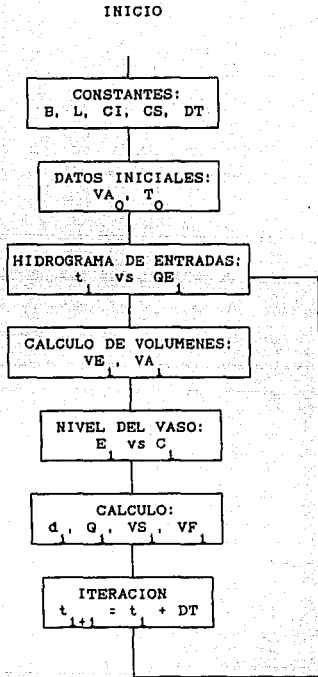
Variables de Cálculo

VE<sub>1</sub> = Volumen que entra al vaso en el intervalo t<sub>1</sub> a t<sub>1+1</sub>  
VA<sub>1</sub> = Volumen almacenado en el vaso al inicio del tiempo t<sub>1</sub>  
VF<sub>1</sub> = Volumen almacenado en el vaso al final del intervalo o sea  
          en el tiempo t<sub>1+1</sub>  
E<sub>1</sub> = Elevación del nivel del agua en el vaso en el tiempo t<sub>1</sub>  
C<sub>1</sub> = Capacidad de almacenamiento del vaso para la elevación E<sub>1</sub>  
d<sub>1</sub> = Tirante en la alcantarilla en el intervalo t<sub>1</sub> a t<sub>1+1</sub>  
Q<sub>1</sub> = Gasto que pasa por la alcantarilla en el intervalo  
VS<sub>1</sub> = Volumen que sale del vaso en el intervalo t<sub>1</sub> a t<sub>1+1</sub>

Por lo tanto, definidas las constantes, el hidrograma de entradas y la curva elevaciones-capacidades, las expresiones de cálculo son para el intervalo t<sub>1</sub> a t<sub>1+1</sub> las siguientes:

t<sub>1</sub> => hidrograma => GE<sub>1</sub>  
VE<sub>1</sub> = GE<sub>1</sub> \* DT  
VA<sub>1</sub> = VF<sub>1-1</sub> + VE<sub>1</sub>  
C<sub>1</sub> = VA<sub>1</sub> => Curva Elevaciones-Capacidades => E<sub>1</sub>  
d<sub>1</sub> = E<sub>1</sub> - C<sub>1</sub>  
Q<sub>1</sub> = 2 \* B \* d<sup>3/2</sup>

FIGURA Nº 5



$$\begin{aligned}
 VS_1 &= Q_1 \cdot DT \\
 VFI &= VA_1 - VS_1 \\
 t_{i+1} &= t_i + DT
 \end{aligned}$$

Con dichos datos se transitó la avenida de un período de retorno de 100 años para intervalos de 15 min, obteniéndose los resultados que se muestran en el Cuadro N° 13, representados gráficamente los hidrogramas de entrada y salida en la Figura N° 6. De donde se concluye el gran efecto regulador del vaso que reduce el pico de la avenida de 57.6 m<sup>3</sup>/s a 14.5 m<sup>3</sup>/s, alcanzando una elevación de 1.81 m sNBMI o sea un tirante en la alcantarilla de 1.20 m, produciendo una velocidad media a la entrada de 2.19 m/s y salida de 2.96 m/s.

#### 4. 2.      MODELO MATEMATICO PARA EL TRANSITO DE MAREAS

El modelo considera el fenómeno transitorio de la marea y el hidrograma de entradas al estero, producto del análisis anterior considerando la presencia de dos vasos separados por la alcantarilla del estero y comunicados por el canal de acceso al mar. El diagrama de flujo que indica el proceso se presenta en la Figura N° 7 cuyas variables se definen a continuación:

Constantes:

A1 = Area del vaso aguas abajo de la alcantarilla  
 A2 = Area del vaso aguas arriba de la alcantarilla  
 NP = Nivel de la plantilla del estero  
 L1 = Longitud del canal de acceso  
 L2 = Longitud de la alcantarilla  
 B1 = Ancho de la plantilla del canal de acceso  
 B2 = Ancho de la plantilla de la alcantarilla  
 M1 = Talud de la sección del canal de acceso  
 M2 = Talud de la sección de la alcantarilla  
 N = Coeficiente de Manning  
 DT = Intervalo de tiempo

Datos iniciales:

t<sub>0</sub> = Tiempo  
 NV1<sub>0</sub> = Nivel del vaso aguas abajo de la alcantarilla  
 NV2<sub>0</sub> = Nivel del vaso aguas arriba de la alcantarilla  
 NM<sub>0</sub> = Nivel del mar  
 QR<sub>0</sub> = Gasto que entra al estero aguas arriba



CUADRO Nº 13

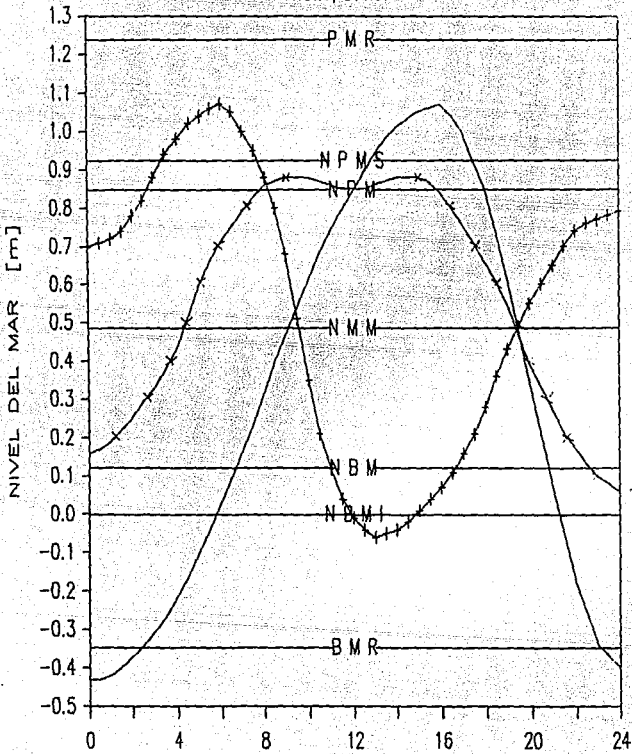
TRANSITO DE AVENIDAS POR EL VASO DE LA CUENCA  
(PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS)

TIEMPO [hr]	GASTO DE ENTRADA [m <sup>3</sup> /s]	CARACTERISTICAS DE LA CUENCA			VELOCIDAD [m/s]
		ELEVACION [m]	TIRANTE [m]	GASTO DE SALIDA [m <sup>3</sup> /s]	
0.00	0.0	0.61	0.00	0.00	
0.25	18.4	0.68	0.01	0.21	0.54
0.50	28.6	0.83	0.22	1.11	0.93
0.75	43.2	1.04	0.43	3.08	1.31
1.00	57.6	1.31	0.70	6.47	1.68
1.25	66.7	1.52	0.91	9.62	1.91
1.50	39.6	1.68	1.07	12.11	2.07
1.75	30.9	1.77	1.16	13.76	2.15
2.00	22.0	1.81	1.20	14.50	2.19
2.25	13.1	1.81	1.20	14.38	2.19
2.50	4.3	1.75	1.14	13.47	2.14
2.75	0.0	1.69	1.08	12.29	2.08
3.00	0.0	1.63	1.02	11.25	2.01
3.25	0.0	1.57	0.96	10.32	1.96
3.50	0.0	1.52	0.91	9.49	1.90
3.75	0.0	1.47	0.86	8.75	1.85
4.00	0.0	1.42	0.81	8.09	1.81
4.25	0.0	1.38	0.77	7.49	1.76
4.50	0.0	1.35	0.74	6.95	1.72
4.75	0.0	1.31	0.70	6.46	1.67
5.00	0.0	1.28	0.67	6.02	1.64
5.25	0.0	1.25	0.64	5.61	1.60
5.50	0.0	1.22	0.61	5.25	1.56
5.75	0.0	1.19	0.58	4.91	1.53
6.00	0.0	1.17	0.56	4.60	1.50
6.25	0.0	1.15	0.54	4.32	1.46
6.50	0.0	1.12	0.51	4.06	1.43
6.75	0.0	1.10	0.49	3.82	1.41
7.00	0.0	1.08	0.47	3.60	1.38
7.25	0.0	1.07	0.46	3.40	1.35
7.50	0.0	1.05	0.44	3.21	1.33
7.75	0.0	1.03	0.42	3.03	1.30
8.00	0.0	1.02	0.41	2.87	1.28
8.25	0.0	1.00	0.39	2.72	1.26
8.50	0.0	0.99	0.38	2.58	1.23
8.75	0.0	0.98	0.37	2.45	1.21
9.00	0.0	0.96	0.35	2.33	1.19
9.25	0.0	0.95	0.34	2.21	1.17
9.50	0.0	0.94	0.33	2.10	1.15

FIGURA N° 6

# MAREOGRAMA

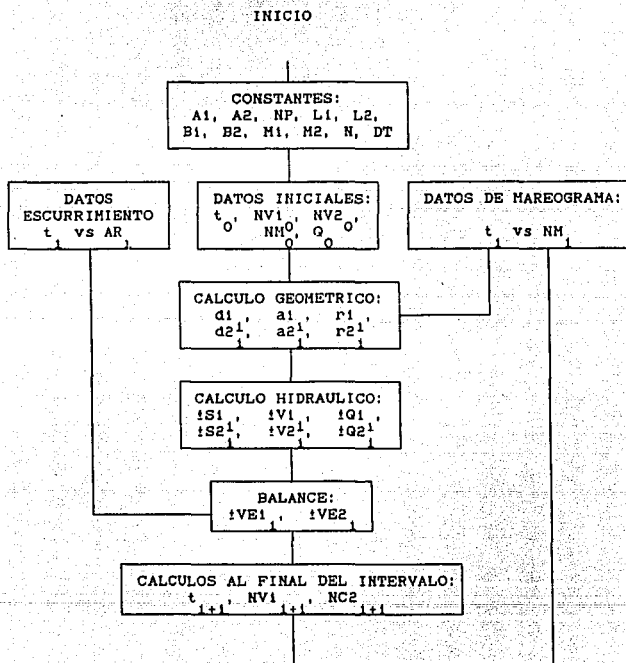
NOPOLO, B.C.S.



— M. DIURNA      + M. SEMIDIURNA      \* M. MIXTA

FIGURA Nº 7

DIAGRAMA DE FLUJO DEL TRANSITO DE MAREA



Datos de Escurrimiento y Marea

$t_1$  = Tiempo en el instante 1, al inicio del intervalo  
 $GR_1$  = Gasto que entra al estero proveniente de la cuenca  
 transitados en el tiempo  $t_1$   
 $NM_1$  = Nivel en el mar en el tiempo  $t_1$

Variablies de Cálculo

$d1_1$  = Tirante en el canal de acceso en el tiempo  $t_1$   
 $d2_1$  = Tirante en la alcantarilla en el tiempo  $t_1$

Cálculo hidráulico

$$S1_1 = \frac{NM_1 - NV1_1}{L1}$$

$$S2_1 = \frac{NV1_1 - NV2_1}{L2}$$

$S1_1, S1_1 \text{ ó } S2_1 > 0$  flujo (+) hacia el estero  
 $S1_1 \text{ ó } S2_1 < 0$  reflujó (-) hacia el mar

$$V1_1 = \left[ \frac{NM1 - NM2}{0.07645 + \left[ \frac{N}{r1_1^{2/3}} \right] \cdot L1} \right]^{0.5}$$

$$V2_1 = \left[ \frac{NM2 - NM1}{0.07645 + \left[ \frac{N}{r2_1^{2/3}} \right] \cdot L2} \right]^{0.5}$$

$$Q1_1 = V1_1 \cdot a1_1$$

$$Q2_1 = V2_1 \cdot a2_1$$

Balance:

$$VE1_1 = \frac{Q1_1 - Q2_1}{DT}$$

$$VE2_1 = \frac{Q2_1 - QR_1}{DT}$$

Cálculos al final del intervalo

$$t_{1+1} = t_1 + DT$$

$$NV1_{1+1} = \frac{NV1_1 + VE1_1}{A1}$$

$$NV2_{1+1} = \frac{NV2_1 + VE2_1}{A2}$$

Lo anterior se instrumentó en un programa de computadora analizándose primeramente para un gasto cero, para diferentes condiciones de marea.

De las tablas de predicción de marea se obtuvieron tres mareogramas correspondientes a tres condiciones clásicas que pueden ocurrir, consistente en una marea diurna, semidiurna y mixta para la máxima amplitud, cuyos valores a intervalos de 0.5 hrs se indican respectivamente en los Cuadros 14, 15 y 16 representados gráficamente en la Figura Nº 8

- $a1_1$  = Área hidráulica del canal de acceso en el tiempo  $t_1$
- $a2_1$  = Área hidráulica de la alcantarilla en el tiempo  $t_1$
- $r1_1$  = Radio hidráulico en el canal de acceso en el tiempo  $t_1$
- $r2_1$  = Radio hidráulico en la alcantarilla en el tiempo  $t_1$
- $S1_1$  = Gradiente hidráulico en el canal de acceso en el tiempo  $t_1$
- $S2_1$  = Gradiente hidráulico en la alcantarilla en el tiempo  $t_1$
- $V1_1$  = Velocidad en el canal de acceso en el tiempo  $t_1$
- $V2_1$  = Velocidad en la alcantarilla en el tiempo  $t_1$
- $Q1_1$  = Gasto en el canal de acceso en el tiempo  $t_1$
- $Q2_1$  = Gasto en la alcantarilla en el tiempo  $t_1$
- $VE1_1$  = Volumen de agua que entra o sale al vaso aguas abajo en el intervalo
- $VE2_1$  = Volumen de agua que entra o sale al vaso aguas arriba en el intervalo
- $t_{1+1}$  = Tiempo al final del intervalo
- $NV1_{1+1}$  = Nivel del vaso 1 al final del intervalo
- $NV2_{1+1}$  = Nivel del vaso 2 al final del intervalo

CUADRO Nº 14

CARACTERISTICAS DE LA MAREA DIURNA DE LA ESTACION LORETO

(PLANO DE REFERENCIA = NEMI)

TIEMPO "de" [min]	NIVEL DEL MAR "p" [m]
0.00	-0.43
0.50	-0.43
1.00	-0.42
1.50	-0.40
2.00	-0.37
2.50	-0.34
3.00	-0.30
3.50	-0.26
4.00	-0.21
4.50	-0.16
5.00	-0.10
5.50	-0.04
6.00	0.03
6.50	0.10
7.00	0.17
7.50	0.24
8.00	0.32

TIEMPO "de" [min]	NIVEL DEL MAR "p" [m]
8.50	0.40
9.00	0.47
9.50	0.54
10.00	0.61
10.50	0.68
11.00	0.74
11.50	0.79
12.00	0.84
12.50	0.89
13.00	0.94
13.50	0.98
14.00	1.01
14.50	1.03
15.00	1.05
15.50	1.06
16.00	1.07

TIEMPO "de" [min]	NIVEL DEL MAR "p" [m]
16.50	1.04
17.00	1.00
17.50	0.92
18.00	0.85
18.50	0.74
19.00	0.62
19.50	0.48
20.00	0.34
20.50	0.20
21.00	0.06
21.50	-0.06
22.00	-0.18
22.50	-0.26
23.00	-0.34
23.50	-0.37
24.00	-0.40

Nivel Máximo : 1.04 m  
Nivel Mínimo : -0.43 m

Hora 16.50 hrs  
Hora 0.00 hrs

CUADRO Nº 15

CARACTERISTICAS DE LA MAREA SEMIDIURNA DE LA ESTACION LORETO

(PLANO DE REFERENCIA = NBMI)

TIEMPO "de" [min]	NIVEL DEL MAR "p" [m]
0.00	0.10
0.50	0.11
1.00	0.12
1.50	0.11
2.00	0.10
2.50	0.02
3.00	0.08
3.50	0.94
4.00	0.98
4.50	1.02
5.00	1.04
5.50	1.06
6.00	1.07
6.50	1.05
7.00	1.00
7.50	0.95
8.00	0.88

TIEMPO "de" [min]	NIVEL DEL MAR "p" [m]
8.50	0.80
9.00	0.68
9.50	0.51
10.00	0.35
10.50	0.21
11.00	0.12
11.50	0.04
12.00	-0.01
12.50	-0.04
13.00	-0.06
13.50	-0.05
14.00	-0.04
14.50	-0.02
15.00	0.01
15.50	0.04
16.00	0.07

TIEMPO "de" [min]	NIVEL DEL MAR "p" [m]
16.50	0.11
17.00	0.16
17.50	0.21
18.00	0.28
18.50	0.36
19.00	0.43
19.50	0.49
20.00	0.55
20.50	0.60
21.00	0.65
21.50	0.70
22.00	0.74
22.50	0.76
23.00	0.77
23.50	0.78
24.00	0.79

Nivel Máximo : 1.07 m  
Nivel Mínimo : 0.06 m

Hora 6:00 hrs  
Hora 13:00 hrs

CUADRO Nº 16

CARACTERISTICAS DE LA MAREA MIXTA DE LA ESTACION LORETO

(PLANO DE REFERENCIA = NBMI)

TIEMPO "de" [min]	NIVEL DEL MAR "p" [m]
0.00	0.16
0.50	0.17
1.00	0.19
1.50	0.22
2.00	0.25
2.50	0.29
3.00	0.33
3.50	0.38
4.00	0.44
4.50	0.52
5.00	0.60
5.50	0.66
6.00	0.71
6.50	0.75
7.00	0.79
7.50	0.83
8.00	0.86

TIEMPO "de" [min]	NIVEL DEL MAR "p" [m]
8.50	0.87
9.00	0.88
9.50	0.88
10.00	0.88
10.50	0.87
11.00	0.86
11.50	0.85
12.00	0.85
12.50	0.85
13.00	0.86
13.50	0.87
14.00	0.88
14.50	0.88
15.00	0.88
15.50	0.87
16.00	0.86

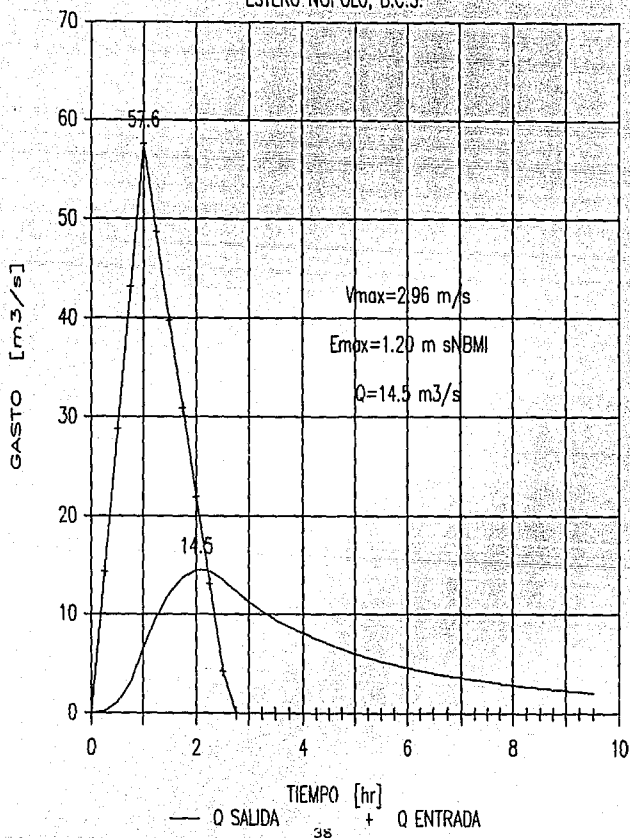
TIEMPO "de" [min]	NIVEL DEL MAR "p" [m]
16.50	0.80
17.00	0.76
17.50	0.71
18.00	0.66
18.50	0.61
19.00	0.55
19.50	0.47
20.00	0.39
20.50	0.33
21.00	0.27
21.50	0.21
22.00	0.17
22.50	0.13
23.00	0.10
23.50	0.08
24.00	0.06

Nivel Máximo : 0.88 m  
Nivel Mínimo : 0.06 m

Hora 9:00 hrs  
Hora 24:00 hrs



FIGURA N° 8  
 HIDROGRAMA DE ENTRADA Y SALIDA  
 ESTERO NOFOLO, B.C.S.



Los signos (+) y (-) indican el sentido del flujo, el primero representa flujo aguas arriba y el (-) reflujó (hacia el mar).

Una vez definidas las constantes, datos iniciales, mareogramas e hidrogramas de entrada, las expresiones de cálculo para el intervalo de  $t_1$  a  $t_{1+i}$ , las siguientes:

$t_1 \Rightarrow$  Hidrograma  $\Rightarrow Q_1$   
 $t_1 \Rightarrow$  Mareograma  $\Rightarrow NM_1$

Cálculo Geométrico

$$d1_1 = \frac{NH_1 + NV1_1}{2} + NP$$

$$d2_1 = \frac{NV1_1 + NV2_1}{2} + NP$$

$$a1_1 = B1 * d1_1 + M1 * d1_1'$$

$$a2_1 = B2 * d2_1 + M2 * d2_1'$$

$$P1_1 = B1 + [M1' + 1]^{0.5} * d1_1$$

$$P2_1 = B2 + [M2' + 1]^{0.5} * d2_1$$

$$r1_1 = a1_1/P1_1$$

$$r2_1 = a2_1/P2_1$$

Para determinar el intervalo de tiempo adecuado para el análisis se llevaron a cabo varias pruebas con diferentes valores de DT, hasta obtener una continuidad en el cálculo, lo cual se logró para intervalos de 15 segundos, lo cual se hizo simulando 12 minutos de marea en un periodo de máxima variación, observando que la propagación es prácticamente instantánea, dado el escaso tamaño del estero, siendo la diferencia de niveles de (mm) entre el vaso del estero 1 y el mar; y de un cm entre los niveles de los vasos de los esterios 1 y 2, alcanzando velocidades de 12 y 36 cm/seg, en las comunicaciones. Por lo que puede considerarse que la marea se propagó sin amortiguamiento.

Bajo esta hipótesis, las características hidráulicas del funcionamiento a marea libre se estimaron según se presenta en el Cuadro N° 17 en cada caso, observándose valores medios sumamente bajos de velocidad y gasto en el acceso y la alcantarilla, con velocidades del orden de 2 cm/s en el primero y 7.5 cm/s en el

CUADRO Nº 17

ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO A MAREA LIBRE

	AMPLITUD DE MAREA [m]	PERIODO DE MAREA [hr]	ESTERO 1			ESTERO 2		
			PRISMA DE MAREA [m <sup>3</sup> ]	GASTO MEDIO [m <sup>3</sup> /s]	VELOCIDAD MEDIA [cm/s]	PRISMA DE MAREA [m <sup>3</sup> ]	GASTO MEDIO [m <sup>3</sup> /s]	VELOCIDAD MEDIA [cm/s]
1. Marea diurna llenante	1.50	16	117,030	2.03	2.45	60,000	1.04	8.82
2. Marea diurna vaciante	1.47	8	114,660	3.98	4.81	58,800	2.04	16.50
3. Marea semidiurna llenante 1	0.37	6	28,860	1.34	1.61	14,800	0.69	5.54
4. Marea semidiurna vaciante 1	1.13	10	88,140	2.45	2.96	45,200	1.26	10.15
5. Marea semidiurna llenante 2	0.86	8	67,080	2.33	2.81	34,400	1.19	9.66
6. Marea mixta llenante 1	0.72	9	56,160	1.73	2.09	28,600	0.88	7.18
7. Marea mixta vaciante 1	0.03	3	2,340	0.22	0.26	1,200	0.11	0.89
8. Marea mixta llenante 2	0.03	3	2,340	0.22	0.26	1,200	0.11	0.89
9. Marea mixta vaciante 2	0.82	9	63,540	1.97	2.39	32,800	1.01	8.16

segundo, con prisma de marea que permiten un intercambio total de agua en períodos de dos a tres días.

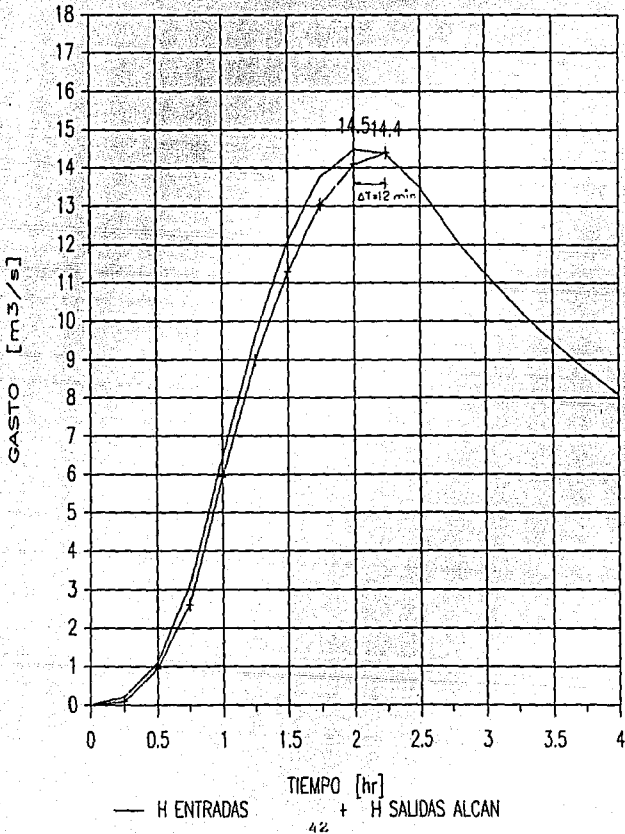
Al no representar mayor trascendencia la marea en el funcionamiento hidráulico y siendo complejo su análisis por los intervalos tan cortos que hay que considerar, y con el objeto de diseñar las estructuras, se optó por considerar el nivel de marea constante en condiciones máximas y mínimas de nivel para determinar la altura mínima del contorno del estero que no afecte al Campo de Golf, además de dimensionar la alcantarilla; en principio el nivel del contorno propuesto es de +1.5 m SNBHI, y el nivel de dragado en -1.5 m referidos al mismo plano para asegurar el volumen previsto a extraer, para los rellenos. Los niveles mínimos permitirán estimar las máximas velocidades que ocurrirán, lo que servirá de base para diseñar la protección de taludes o socavaciones que pueden afectar las estructuras.

Como en el caso anterior, se procedió a hacer un análisis de sensibilidad para determinar el intervalo para que al aplicar el modelo, resulten valores continuos, encontrándose un intervalo de 6 segundos para el análisis. Se efectuó una corrida considerando una alcantarilla de 5.5 m de ancho y 7 m de longitud, transitando la avenida de período de retorno de 100 años y nivel de Pleamar Máximo Registrado de 1.23 m SNBHI, hasta alcanzar el pico de la avenida de salida.

Como puede apreciarse en los resultados, el desfazamiento de la avenida es mínimo, lo cual se esquematiza en la *Figura N° 9*, teniendo un intervalo entre picos de 12 minutos y una diferencia entre gastos máximos de  $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$  que representa el 0.7% del gasto, el nivel máximo que se llega a alcanzar es de 1.303 m, tan solo 7 cm arriba del nivel original; por lo que puede considerarse que no existe efecto regulador y la avenida se propaga con las mismas características, pudiéndose calcular las características como régimen permanente; en relación a las velocidades que se registran, estas alcanzan 95 cm/s en la alcantarilla y 14 cm/s en el canal.

FIGURA N° 9

HIDROGRAMA DE ENTRADA-SALIDA AL ESTERO



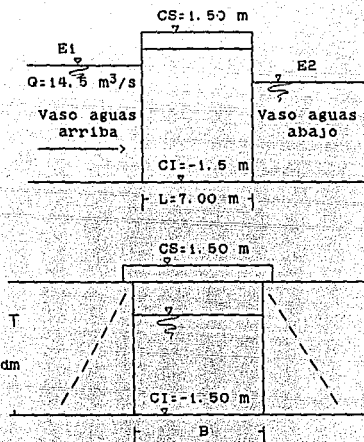
## 5. DISEÑO DE LAS OBRAS

### 5.1 ALCANTARILLA

#### ANÁLISIS DE DIMENSIONAMIENTO

Para el diseño de la alcantarilla se considerará el régimen permanente para el gasto de  $14.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , con una sección rectangular cuya cota inferior es de  $-1.5 \text{ m}$  rNBMI y la cota superior  $+1.5 \text{ m}$ , cuya longitud es  $7 \text{ m}$ , siendo las condiciones de funcionamiento hidráulico, las siguientes:

FIGURA Nº 10



$$Q = A * \left[ \frac{E1 - E2}{0.07645 + \left[ \frac{N}{r^{2/3}} \right]^2} \right]^{0.5} * L$$

En donde:

Q Gasto de diseño [ $m^3/s$ ]  
A Area de la sección transversal [ $m^2$ ]  
E1 Nivel del espejo aguas arriba [m]  
E2 Nivel del espejo aguas abajo [m]  
n Coeficiente de rugosidad = 0.025  
R Radio hidráulico [m]  
L Longitud de la alcantarilla [m]

A partir de lo anterior, se analizaron diferentes anchos de alcantarillas, para las condiciones de pleamar máxima registrada (+1.23 m) y de bajamar mínima (-0.44 m) cuyos resultados se presentan en el Cuadro Nº 13, o en la Figura Nº 11, de donde se observa que una alcantarilla de 3 m de ancho puede ser suficiente para no rebasar la cota de proyecto de campo de Golf (+1.50 m) con un margen mínimo de seguridad de 4 veces la capacidad.

Por lo tanto se fijaron las siguientes condiciones para la selección:

Bordo libre mínimo de 0.20 m.  
Factor de seguridad en la capacidad de 2.5 como mínimo.  
(dado la aleatoriedad del fenómeno y el efecto regulador que reduce notablemente la avenida).  
Velocidad máxima de 1.5 m/s para controlar efectos erosivos.

Por lo anterior se seleccionó un ancho de 8.5 m que reúne las características.

Los detalles del diseño se presentan en el Plano P-12.

## DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño estructural de la alcantarilla, se conceptualizó a base de muros de mampostería para contención de los rellenos y apoyo de una losa plana de concreto de 30 cm de peralte, apreciándose los detalles en el Plano P-11.

**CUADRO Nº 18**

**ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE ANCHO DE ALCANTARILLA**

RANGO DE ALTURA		CONDICION DE PLEAMAR		CONDICION DE BAJAMAR		CAPACIDAD MAXIMA DE FLUJO (m <sup>3</sup> /s)
NUMERO	ANCHO (m)	NIVEL DEL AGUA (m)	VELOCIDAD (m/s)	NIVEL DEL AGUA (m)	VELOCIDAD (m/s)	
1	3.0	1.49	1.79	0.45	3.26	15.70
2	4.0	1.37	1.32	0.15	2.67	21.05
3	5.0	1.32	1.06	0.00	2.31	26.41
4	6.0	1.29	0.89	-0.12	1.92	31.76
5	7.0	1.26	0.75	-0.19	1.75	37.11
6	8.0	1.27	0.67	-0.24	1.57	42.46
7	9.0	1.26	0.60	-0.28	1.40	47.81
8	10.0	1.25	0.53	-0.31	1.29	53.16
9	11.0	1.25	0.49	-0.33	1.19	58.51

**NOTAS:** » El Plano de referencia de los niveles es el NEM1

» La avenida considerada en el cálculo es de 14.5 m<sup>3</sup>/s que corresponde a un periodo de retorno de 100 años

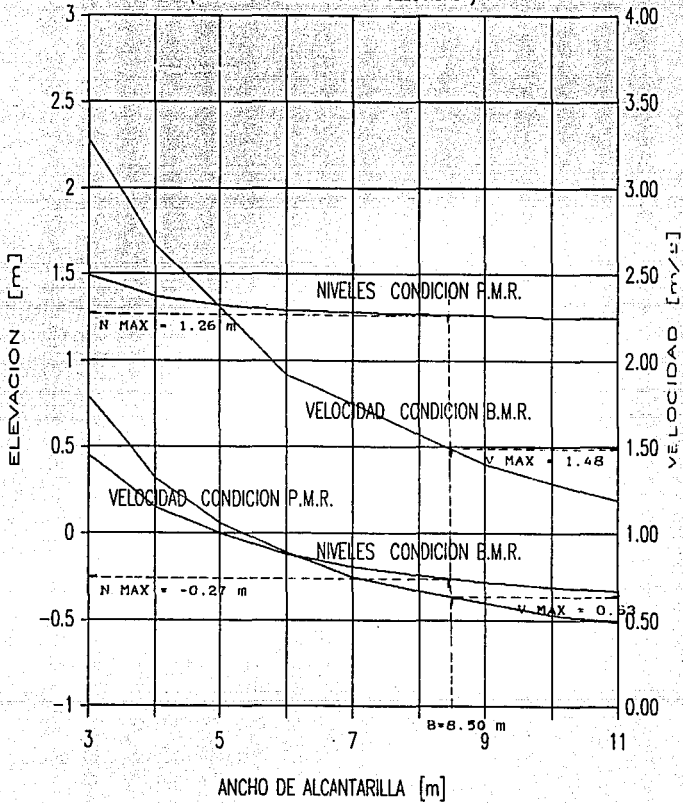
» La pleamar y bajamar consideradas son la máxima y mínima registradas (1.27 m y -0.44 m) respectivamente



FIGURA N° 11

# ANALISIS DE ALTERNATIVAS ALCANTARILLA

( ANCHO - ELEVACION - VELOCIDAD )



## 5.2 MUELLE PARA LANCHAS

### DESCRIPCION

Dentro de los usos del Estero, se considera la navegación de lanchas con motor fuera de borda por lo que se requiere de un muelle para el servicio, ubicado en la Bahía del Estero como se indica en el Plano P-7. El muelle deberá contar con capacidad para 3 embarcaciones de 6.0 m de eslora, requiriendo para ello 21 m de longitud, con escalonamiento en los extremos para permitir el desembarco a diferentes niveles de marea, cuyas longitudes serán de 1.50 m cada uno, haciendo un total de 27.0 m.

El muelle tendrá un ancho general de 2.50 m y una elevación general en la plataforma de +1.50 m; sin embargo los escalonamientos en los extremos tendrán elevaciones de +1.05, +0.60 con diferencia de 0.45 m. Entre escalonamientos se construirán escalones de 90 cm de frente, 15 cm de peralte y 30 cm de huella para facilitar el acceso, lo cual se indica en el Plano P-11.

Se considera que el muelle tendrá una apariencia rústica, a través de acabados de empedrado en el piso, y mampostería de primera en los muros; a excepción del bordo de desembarco que será una banqueta de 60 cm de ancho de concreto reforzado, de apariencia rugosa, para dar seguridad en la maniobra de desembarco. Dicha banqueta se colocará en todo el perímetro que tenga frente de agua es decir donde no se tenga continuidad con los rellenos posteriores.

Con el fin de mantener la apariencia de mampostería a lo alto del muelle se fabricarán una serie de precolados que tendrán la cara exterior con la apariencia de mampostería. La estabilidad de dichos precolados se logrará con su integración a un muro de gravedad colado en el lugar, ligándolos con unas varillas de anclaje.

En la zona donde se construirá el muelle se encontró un estrato sólido de apoyo a 1.0 m de profundidad obligando con ello a que la estructura fuese del tipo gravedad. En la parte superior de dicho estrato se encontró arenas de baja compacidad.

El colado en el lugar que integrará a los elementos precolados frontales permitirá que no haya fugas del material de relleno hasta la elevación de +0.40 m; sin embargo arriba de ese nivel se construirá a todo lo largo un filtro de grava para permitir la salida de agua freática y del de marea remanente sin que ocurra la fuga del material de relleno mencionada. No se requieren drenes transversales de tubo, dado que en esa altura no se sellarán las juntas entre precolados, permitiendo el flujo de agua en exceso a través de la ranura dejada en dicha junta.

## CALCULOS

### Datos de proyecto

Tipo de estructuras	Sección gravedad
Elevación superior	+1.50 m
Profundidad	-1.00 m
Altura del muelle	2.50 m
peso carga viva	1.00 ton/m <sup>2</sup>
peso volumétrico relleno saturado	1.80 ton/m <sup>3</sup>
ángulo de fricción interna	30°

### DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

La estructura constará de dos partes; una precolada de concreto reforzado  $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$  que, integrados por medio de varillas de anclaje, formarán un muro de sección gravedad. El diseño constará de dos partes, la revisión general de estabilidad por deslizamiento, y la de elementos precolados, en la parte posterior se colará una banqueta con concreto reforzado, que integrado estructuralmente a los precolados y para controlar los agrietamientos se harán ranuras de 1.5 cm de profundidad y 0.5 cm de ancho, separados a cada 3.0 m.

### Revisión de la Estabilidad

#### Cálculo de Empujes:

$\phi$	= 30°	
Ka	= $\tan^2(45^\circ - 15^\circ)$	= 0.333
Elevación + 1.50 m		
Wcv + Erihi	= 1.0 + 0.0	= 1.00 ton/m <sup>2</sup>
Pa	= 0.333 * 1.0	= 0.333 ton/m <sup>2</sup>
Elevación + 0.40 m		
Wcv + Erihi	= 1.0 + 0.6 * 1.8	= 2.08 ton/m <sup>2</sup>
Pa	= 0.333 * 2.08	= 0.693 ton/m <sup>2</sup>
Elevación - 1.00 m		
Wcv + Erihi	= 2.08 + 1.4 * 1.0	= 3.48 ton/m <sup>2</sup>
Pa	= 0.333 * 3.48	= 1.159 ton/m <sup>2</sup>

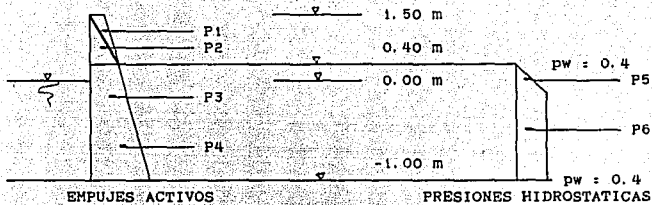
#### Empujes Hidrostáticos:

Elevación + 1.50 m  
pw = 0.00 ton/m<sup>2</sup>

Elevación +0.40 m  
pw = 0.00 ton/m<sup>2</sup>

Elevación 0.00 m  
 $p_w = 0.4 \text{ ton/m}^2$

FIGURA Nº 12



$$\begin{aligned}
 P1 &= 0.333 \times 1.10 \times 0.5 = 0.183 \text{ ton/m} \\
 P2 &= 0.693 \times 1.10 \times 0.5 = 0.381 \text{ ton/m} \\
 P3 &= 0.693 \times 1.40 \times 0.5 = 0.485 \text{ ton/m} \\
 P4 &= 1.159 \times 1.40 \times 0.5 = 0.811 \text{ ton/m} \\
 P5 &= 0.400 \times 0.40 \times 0.5 = 0.080 \text{ ton/m} \\
 P6 &= 0.400 \times 1.00 \times 1.0 = 0.400 \text{ ton/m}
 \end{aligned}$$

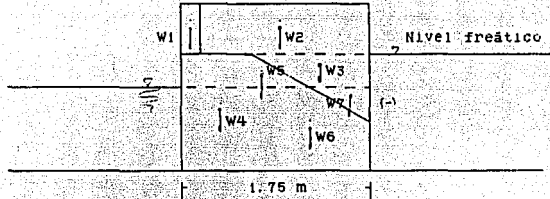
$$\Sigma W = 2.340 \text{ ton/m}$$

Momento Respecto al Fondo

$$\begin{aligned}
 M1 &= 0.183 \times 2.133 = 0.390 \text{ ton-m/m} \\
 M2 &= 0.381 \times 1.766 = 0.673 \text{ ton-m/m} \\
 M3 &= 0.485 \times 0.933 = 0.452 \text{ ton-m/m} \\
 M4 &= 0.811 \times 0.466 = 0.378 \text{ ton-m/m} \\
 M5 &= 0.080 \times 1.289 = 0.103 \text{ ton-m/m} \\
 M6 &= 0.400 \times 0.500 = 0.200 \text{ ton-m/m}
 \end{aligned}$$

$$\Sigma W = 2.196 \text{ ton-m/m}$$

FIGURA Nº 13



$$\begin{aligned}
 W1 &= 0.15 * 1.10 * 2.4 * 1.0 = 0.396 \text{ ton/m} \\
 W2 &= 1.60 * 1.10 * 1.8 * 1.0 = 3.168 \text{ ton/m} \\
 W3 &= 1.25 * 0.90 * 1.0 * 1.5 = 0.562 \text{ ton/m} \\
 W4 &= 0.50 * 0.40 * 2.2 * 1.0 = 0.440 \text{ ton/m} \\
 W5 &= 0.50 * 0.55 * 2.2 * 0.5 = 0.303 \text{ ton/m} \\
 W6 &= 1.75 * 1.00 * 1.2 * 1.0 = 2.100 \text{ ton/m} \\
 W7 &= 0.70 * 0.50 * 0.2 * 0.5 = -0.035 \text{ ton/m} \\
 \hline
 \Sigma W &= 6.934 \text{ ton/m}
 \end{aligned}$$

Momentos Respecto al Punto "O"

$$\begin{aligned}
 M1 &= 0.396 * 0.075 = 0.03 \text{ ton-m/m} \\
 M2 &= 3.168 * 0.950 = 3.01 \text{ ton-m/m} \\
 M3 &= 0.562 * 1.333 = 0.75 \text{ ton-m/m} \\
 M4 &= 0.440 * 0.250 = 0.11 \text{ ton-m/m} \\
 M5 &= 0.303 * 0.663 = 0.21 \text{ ton-m/m} \\
 M6 &= 2.100 * 0.875 = 1.84 \text{ ton-m/m} \\
 M7 &= 0.035 * 1.157 = -0.05 \text{ ton-m/m} \\
 \hline
 \Sigma W &= 5.90 \text{ ton-m/m}
 \end{aligned}$$

Revisión por Volteamiento:

$$F.S. = \frac{\Sigma W \text{ equilibrio}}{\Sigma W \text{ empujes}} = \frac{5.900}{2.196}$$

$$F.S. = 2.68 > 2.0 \quad \text{OK}$$

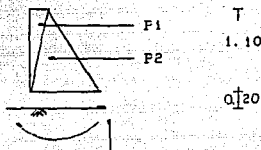
Revisión por Deslizamiento:

$$F.S. = \frac{Ew \cdot 0.7}{EPI} = \frac{6.93 \cdot 0.7}{2.34} = 2.04 > 2.0 \quad K$$

NOTA: Se tomó un factor de fricción de 0.7 por ser colado en el lugar, dado que las superficies de contacto obtenidas no son planas como es el caso de precolados sino rugosos.

Refuerzo en los Precolados

FIGURA Nº 14



$$M1 = 0.183 \cdot 0.933 = 0.171 \text{ ton-m/m}$$

$$M2 = 0.381 \cdot 0.566 = 0.216 \text{ ton-m/m}$$

$$Ew = 0.387 \text{ ton-m/m}$$

$d = 8 \text{ cm}$  (peralte efectivo)

$$\delta s = \frac{38,600}{8 \cdot 2,100 \cdot 0.85} = 2.71 \text{ cm}^2/\text{m} (\#3/8" @ 20)$$

Acero por Temperatura:

$$\delta St = 0.002 \cdot 15 \cdot 100 = 3 \text{ cm}^2/\text{m} (\#3/8" @ 20)$$

Los elementos precolados que funcionarán con pístreos aparentes se reforzará con "Reforcreto", una fibra de nylon que aumenta la resistencia a la flexión a los morteros.

## DEFENSAS Y ARGOLLAS

Dentro de la apariencia de rústico se proponen defensas de llantas nuevas perforadas para mantener un aspecto de buena calidad y como elementos de amarre de argollas de 20 cm de diámetro con varilla lisa  $\# \frac{1}{2}$ ", anclado por un tornillo de ojo de 5/8".

### 5.3 DRAGADO Y PROTECCIONES DEL VASO DEL ESTERO

#### DRAGADO

De acuerdo a los volúmenes previstos de excavación y relleno en el Proyecto del Desarrollo de Loreto - Nopolo, en la zona del campo de Golf, y según el trazo propuesto del contorno del Estero, se determinó el requerimiento de la cota  $-1.5$  m rNBMI para alcanzar un volumen del orden de  $200,000$  m<sup>3</sup> de excavación, con base en los levantamientos realizados en el presente Estudio.

En el Plano P-8 se presentan las características de los cortes, taludes, zonas por deshierbar de manglar con labores previas al dragado, así como las zonas de tiro.

Dentro del Estero, se define una zona de dragado a  $-1.0$  m en la parte de la boca por considerarse una medida de protección contra la propagación de oleajes en la zona expuesta al mar.

Para llevar a cabo las labores de relleno, será necesario conformar un bordo en el contorno, el cual será con material producto de la excavación, cuya cota de corona será la  $+1.50$  m, pudiéndose rellenar el área de acuerdo a las cotas de proyecto del campo de Golf, dejando una capa de  $0.30$  m de tierra vegetal y  $0.15$  m de grava como filtro, según se indica en el Plano P-8.

#### MATEMATIZACION DEL CONTORNO

Con base a los Planos de proyecto del campo y considerando los aspectos hidráulicos, prácticamente se respetó el contorno propuesto, excepto en la zona de descarga de la alcantarilla carretera, por ser muy estrecha la garganta a la altura de los puntos E-2, E-3, E-4, como se indica en el Plano P-6.

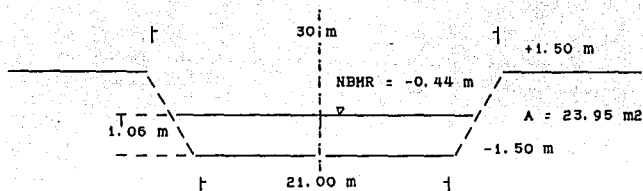
Para efecto de trazo y construcción, se calcularon las curvas circulares, horizontales, así como todos sus elementos (radios, subtangentes, etc.) presentándose los resultados en el Plano P-6.

#### PROTECCION DE TALUDES

Con el objeto de proteger los taludes de las márgenes contra la socavación producida por la corriente y oleaje que genere el tránsito de embarcaciones o vientos locales, se propone un revestimiento a base de piedra en dos capas, cuyo tamaño mínimo será de  $5$  Kg.

En la sección mas estrecha del Estero, y en condiciones de marea baja, el área hidráulica que se tendría:

FIGURA Nº 15



Considerando el gasto de 14.5 m<sup>3</sup>/s, se alcanza una velocidad de 0.6 m/s, por lo que una piedra de 5 kg es suficiente, siendo el diámetro de las mismas de 15 cm aproximadamente, por lo que el revestimiento tendrá un espesor de 30 cm.

Estos elementos son capaces de resistir olas de 35 cm de acuerdo al talud (1.5:1), a una densidad de 2.6 y considerando un coeficiente de trabazón de 3.5, no se esperaban en el Estero ya que para generarse se requieren vientos de más de 100 nudos, o la onda de navío (lanchas) si las embarcaciones no exceden velocidades de 7 nudos (13 km/h).

Sin embargo lo anterior no se generalizó, para tres zonas; la de la descarga de la alcantarilla carretera, la plantilla de la alcantarilla del Estero, este último en donde el oleaje puede alcanzar alturas superiores y por lo mismo requiere de obras exteriores, para tener mayor seguridad en la estabilidad del dragado.

Con respecto a la zona de la alcantarilla, las características hidráulicas son las siguientes:

CUADRO Nº 19

ZONA	TIRANTE	AREA	VELOCIDAD
Alcantarilla carretera	0.87	4.39	3.03
Alcantarilla estero	1.06	9.01	1.61

Por lo que las piedras requeridas para el primer caso son de 30 kg o sea de 25 cm de diámetro aproximado y en el segundo de 15 kg equivalente a un elemento de 20 cm.

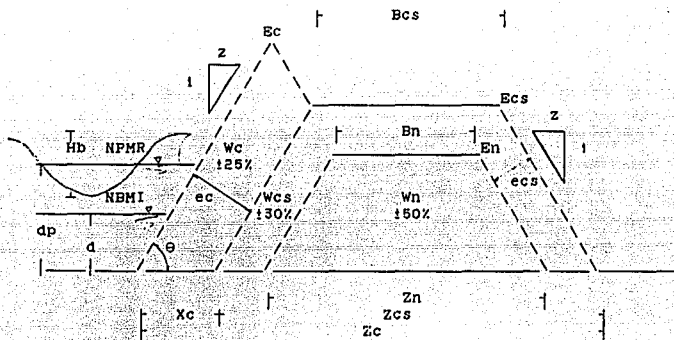


Los detalles de la protección de dragados se indican en el Plano P-10.

## OBRAS EXTERIORES DE PROTECCION

Puesto que las obras de dragado en la zona de la desembocadura se ven sujetas a la acción de oleaje, se prevee la protección de esto mediante un escollerado como se indica en el arreglo general, cuyo diseño se hará para una sección tipo de las siguientes características:

FIGURA Nº 16



El criterio de diseño, se basa en lo propuesto en el "Shore Protection Manual", empleando la fórmula de Hudson y condición de ola rompiente, cuyas expresiones fundamentales son:

$$w_c = \frac{\tau_s H_b^3}{KD(Ss-1)^3 \cot e}$$

$$e = nK_0 \left[ \frac{W}{\tau_s} \right]^{1/3}$$

Definiéndose las elevaciones de las coronas de las capas:

En = NPMS + H  
Ec = NPMR + Hd

Para lo cual se consideran los siguientes datos:

- Nivel de Pleamar Máxima Registrada	[NPMR]	= 1.24 m
- Nivel de Pleamar Media Superior	[NPMS]	= 0.92 m
- Nivel de Bajamar Media Inferior	[NBMI]	= 0.00 m
- Altura de Ola media	[H]	= 0.10 m
- Relación de altura de Ola Rompiente	[Hb/db]	= 0.85
- Peso Volumétrico del Material	[ $\gamma_s$ ]	= 2.60 ton/m <sup>3</sup>
- Coeficiente de Trabazón Roca de Cuerpo	[KD]	= 3.50
- Coeficiente de Trabazón Roca Morro	[K0]	= 2.90
- Coeficiente de Forma	[K0]	= 1.15
- Número de Capas de Coraza	[n]	= 2.00
- Talud de la Estructura	[Z]	= 1.50

A partir de lo anterior se calcularon las características de los elementos para profundidades de 0, 0.5, 1.0 y 1.5 m, en cuerpo y morro considerando el trazo propuesto en el arreglo general, cuyos resultados se presentan en los Cuadros N<sup>o</sup> 20 y 21 en donde se indican los rangos aceptables y las secciones ajustadas para emplear toda la gama de materiales.

Así también se calcularon las características geométricas como, espesores, ancho y elevaciones en cada sección como se indica en el Cuadro N<sup>o</sup> 22

En el Plano P-10 se presentan los detalles de trazo, secciones y volúmenes, para cada escollera, correspondiendo para la Norte una longitud de 66m y para la Sur 33 m incluyendo los arranques.

**CUADRO Nº 20**  
**CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS DE LAS ESCOLLERAS**

ZONA	SECCION	PROFUNDIDAD		ALTURA DE C/A [m]	PESO DE LOS ELEMENTOS			RANGOS DE PESOS ACEPTABLES		
		d [m]	Ø [m]		Vc [kg]	Vcs [kg]	Vh [kg]	[kg]		
	1	0.0	1.24	1.05	140	14	1.4	175 - 105	18.2 - 9.8	2.1 - 0.7
CUERPO	2	0.5	1.74	1.48	390	39	3.9	488 - 293	50.7 - 27.3	5.9 - 2.0
	3	1.0	2.24	1.90	830	83	8.3	1,036 - 623	107.9 - 58.1	12.5 - 4.2
	4	1.5	2.74	2.33	1,530	153	15.3	1,913 - 1,148	198.9 - 107.1	23.0 - 7.7
	5	0.5	1.74	1.48	470	47	4.7	588 - 353	61.1 - 32.9	7.1 - 2.4
MOYO	6	1.5	2.74	2.33	1,850	185	18.5	2,313 - 1,388	240.5 - 129.5	27.8 - 9.3

**CUADRO Nº 21**  
**SECCIONES AJUSTADAS**

ZONA	SECCION	PROFUNDIDAD [m]	RANGO DE PESOS EN KG		
			Vc [kg]	Vcs [kg]	Vh [kg]
ABRANCOS	1	hasta	350 - 100	50 - 25	50 - 25
CUERPO	2	0.0 - 0.5	600 - 350	50 - 25	50 - 25
	3	0.5 - 1.0	1,150 - 600	100 - 50	50 - 25
	4	1.0 - 1.5	1,900 - 1,150	200 - 100	50 - 25
	5	0.5	600 - 350	50 - 25	50 - 25
MOYO	6	1.5	2,400 - 1,400	250 - 150	50 - 25

CUADRO Nº 22

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LAS SECCIONES

SECCION	PROFUNDIDAD d [m]	ESPESES CANTAS		ELEVACION DE CORONAS			ANCHO DE CORONA		ANCHO DE BASES		
		c [m]	c2 [m]	Bn [m]	Bcs [m]	Bc [m]	Bn [m]	Bcs [m]	Zn [m]	Zcs [m]	Zc [m]
1	0.0	1.02	0.56	1.02	1.58	2.29	4.0	4.34	1.06	9.08	10.92
2	0.5	1.31	0.56	1.02	1.58	2.72	1.0	4.34	4.44	10.58	12.94
3	1.0	1.60	0.71	1.02	1.73	3.14	4.0	4.43	10.08	12.62	15.50
4	1.5	1.93	0.89	1.02	1.91	3.57	4.0	4.53	11.56	14.76	18.24
5	0.5	1.31	0.56	1.02	1.58	2.72	4.0	4.34	4.56	10.58	14.23
6	1.5	2.08	0.98	1.02	2.00	3.57	4.0	4.61	11.56	15.11	22.40

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los trabajos realizados la información relevante es la siguiente:

- El material que constituye la zona del Estero es principalmente arena, salvo en una pequeña porción de aproximadamente una hectárea, en donde se encontraron arenas muy compactas.
- La variación máxima de mareas, entre la Pleamar Máxima Registrada y Mínima Registrada es de 1,676 m, siendo la Pleamar Máxima Registrada de 1,239 m, rNBHl.
- En la campaña de medición de oleaje de Julio a Noviembre de 1961, se registraron oleajes muy bajos con una ola media de 9 cm, siendo los porcentajes de acción por dirección 34, 42 y 24% para el NE, E, y SE y una probabilidad de que se excedan alturas de 25 cm de apenas 0.17%.
- Por lo que respecta al transporte de litoral se registró un muy pequeño transporte proveniente de NE. Siendo el diámetro medio de las partículas que conforman la Playa cercana a la Boca de Nopolo de 0.7 mm.
- El Estudio Hidrológico de la cuenca del arroyo que descarga al Estero dió como resultado una avenida de 24 m<sup>3</sup>/seg para 5 años de período de retorno y de 57.6 m<sup>3</sup>/seg para 100 años, ambas con un tiempo base de 2.6 horas.
- Se estimó que el régimen de avenidas anuales podría aportar al Estero un volumen de sólidos anual de 5,800 m<sup>3</sup>.
- El pico de la avenida de 57.6 m<sup>3</sup>/seg se convierte en 14.5 m<sup>3</sup>/seg al pasar por la alcantarilla de la carretera.
- El Vaso del Estero y la alcantarilla del camino de servicio prácticamente no tiene ningún efecto regulador.
- Prácticamente no existe amortiguamiento y/o desfazamiento en la onda de marea en el mar y dentro del Estero.
- La velocidad máxima obtenida para la condición de marea y avenida máxima fué de 14 cm/seg en la desembocadura.

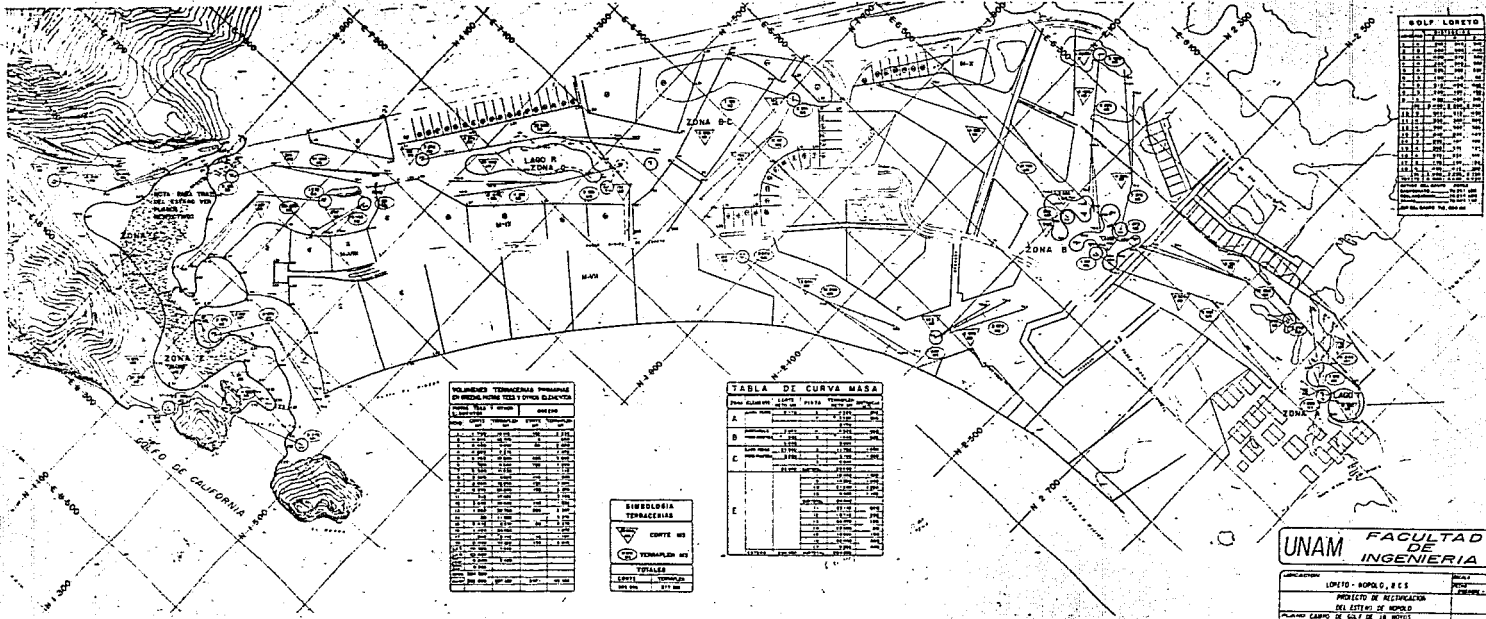
ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Puesto que el proyecto de rectificación del Estero considera una comunicación entre márgenes, el Vaso del Estero se tiene que seccionar, permitiendo la comunicación hidráulica por una alcantarilla, la cual se definió para un ancho de 8 m, profundidad de -1.5 m y cota superior de +1.5 m rNBMI con lo cual se obtuvo un Nivel Máximo de la superficie del agua en condiciones extraordinarias de +1.26 m, la velocidad máxima en la alcantarilla de 1.5 m/seg y un factor de seguridad de 2.5 m de no rebasar las cotas de proyecto.
- El proyecto de dragado se consideró a la cota -1.5 m y el límite superior del contorno del Estero en +1.5 m, para lo cual se calculó un volumen de excavación de 200,000 m<sup>3</sup> aproximadamente, que corresponde al considerado obtener para rellenos.
- Se propuso la protección de taludes del contorno del Estero con enrocamiento de elementos con tamaño mínimo de 5 kg y así también proteger las alcantarillas con enrocamiento de 15 a 30 kg para evitar socavaciones.
- La protección de los dragados en la zona de la Boca requiere de escolleras las cuales tienen un desarrollo de 88 m en la zona norte y 33 m en la sur, que representan un volumen de enrocamiento de 2,150 m<sup>3</sup> geométricos con tamaño máximo de elementos de 2.4 tons.
- Dentro de los aprovechamientos del Estero se incluye un muelle para lanchas con una longitud total de 27 m, suficiente para 3 embarcaciones, estructurado con mampostería para darle una apariencia rústica.
- Entre los proyectos considerados para el estudio, se incluye la rectificación del Vaso Regulador, para el cual se determinó una cota superior del contorno en +1.5 m e inferior de 0.0 m, con lo que se calculó un volumen de dragado de 23,000 m<sup>3</sup>; proponiéndose protecciones de enrocamiento en la zona de descarga.
- Puesto que la zona donde se propone construir el muelle se detectó el estrato de material compacto, se propuso reducir la cota de dragado a -1.0 m, suficiente para la navegación de lanchas con motor fuera de borda.
- El volumen de azolves estimado que aporta la cuenca del arroyo al Estero es de 5,800 m<sup>3</sup> por año, lo cual implica: si el azolve se repartiera uniformemente en toda el área de agua del Estero ya rectificado, que el nivel del fondo del Estero suba 7.0 cm cada año.

- La pérdida de profundidad de 7.0 cm/año podría parecer en principio aceptable, salvo que está basada en una suposición improbable, que es, la de un azolvamiento uniforme en toda el área; siendo la situación más factible que se acumule principalmente en la Boca del Estero al mar y en este sitio bajo el efecto del oleaje cierre parcialmente la comunicación, impidiendo el acceso de embarcaciones.
- La problemática de azolvamiento detectada, implica que para el correcto aprovechamiento del Estero, hay que cortar la fuente de alimentación de material, lo cual solo se lograría proyectando y construyendo alguna obra de control de azolves aguas arriba de la alcantarilla carretera, aprovechando el terraplén de la carretera y la propia morfología de la cuenca.
- Para el diseño de la obra de control de azolves, será necesario hacer un estudio topográfico e hidrológico de la cuenca del arroyo, el cual quedo fuera de los alcances del presente estudio.
- Se considera que la obra de control de azolves puede ser un bordo con un vertedor que provoque un embalse con la suficiente capacidad para retener las arenas, lo cual haría que el material en suspensión que transportan las aguas del arroyo se sedimente, para posteriormente desaguarlo con el agua libre de azolves.
- En general el material que constituye las áreas que cubre el Estero son arenas limosas, salvo en una pequeña parte en la zona en donde se proyectó el muelle, donde se detectaron arenas muy compactas.
- Desafortunadamente y debido al método utilizado para la determinación del material que se dragará, no fué posible saber si bajo las arenas compactas encontradas existe algún estrato rocoso u otro tipo de material.

## 7. ANEXO PLANOS





GOLF LORETO	
NO.	DESCRIPCION
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	
100	

**VOLUMENES TERRAZAS PREPARADAS DE FORMA MASIVA Y SIN SUSEGUROS**

NO.	DESCRIPCION	AREA	VOLUMEN
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

**TABLA DE CURVA MASA**

NO.	DESCRIPCION	AREA	VOLUMEN
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

**Simbología Terrazas**

- Corte de Muro
- Terraplén de Muro
- Trazado
- Corte y Terraplén

**UNAM FACULTAD DE INGENIERIA**

LOCALIDAD: LORETO - BOPALO, BCS

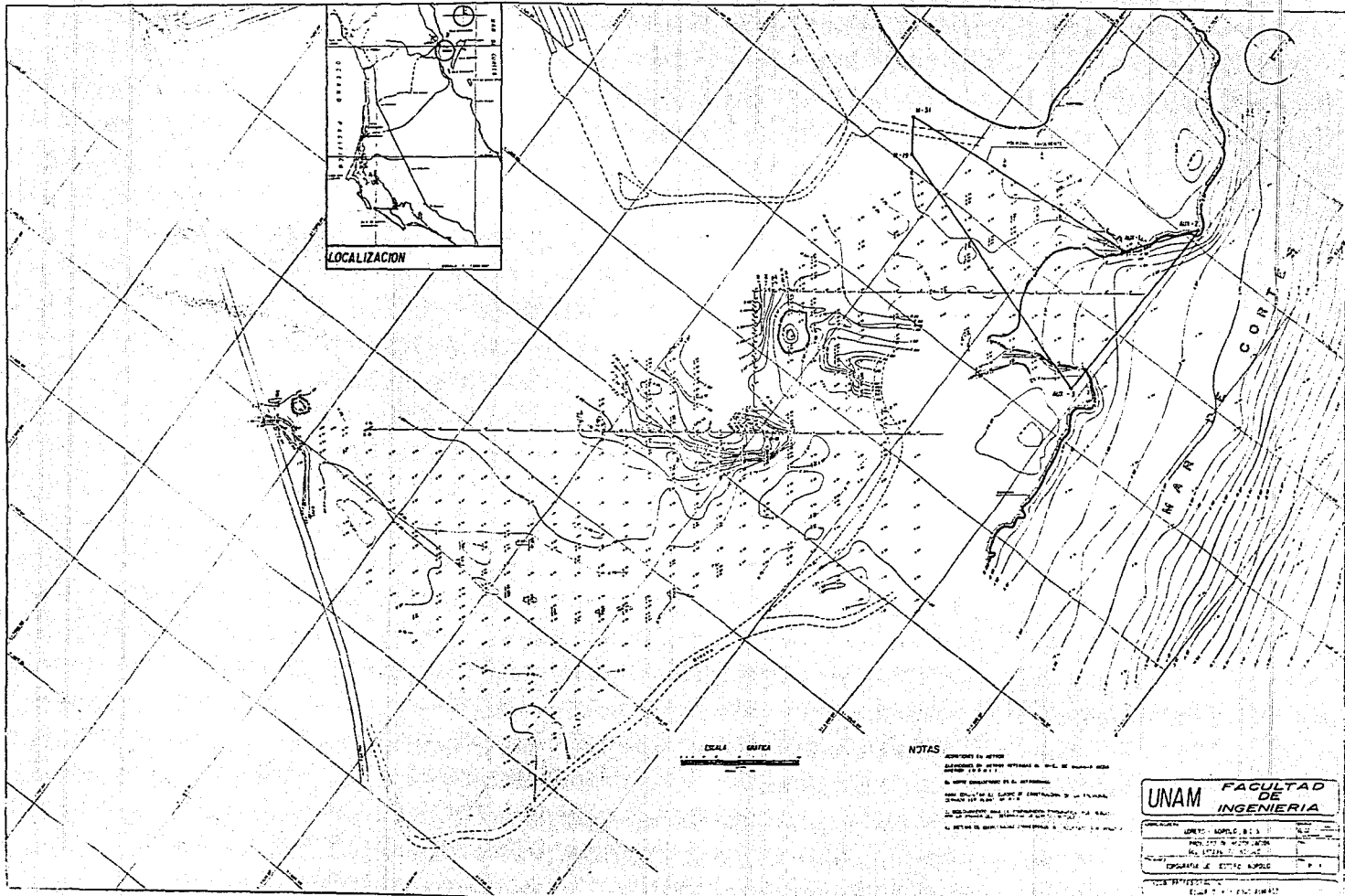
PROYECTO DE RECUPERACION DEL ESTERIO DE BOPALO

PLANEO CAMPO DE SAJA DE 18 NOVIO

PL. ING. UNICO

TEST PROFESIONAL DE EDIFICIO, RESECCAS ALBERT

**FALLA DE ORIGEN**



LOCALIZACION

ESCALA GRÁFICA

NOTAS

- 1. CONTORNOS EN METROS
- 2. CARRETERAS EN LÍNEA SÓLIDA
- 3. CARRETERAS EN LÍNEA PUNTEADA
- 4. CARRETERAS EN LÍNEA TRAZADA
- 5. CARRETERAS EN LÍNEA DASHED
- 6. CARRETERAS EN LÍNEA DASHED
- 7. CARRETERAS EN LÍNEA DASHED
- 8. CARRETERAS EN LÍNEA DASHED
- 9. CARRETERAS EN LÍNEA DASHED
- 10. CARRETERAS EN LÍNEA DASHED

**UNAM FACULTAD DE INGENIERIA**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE GUATEMALA

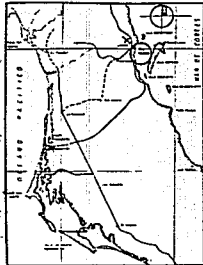
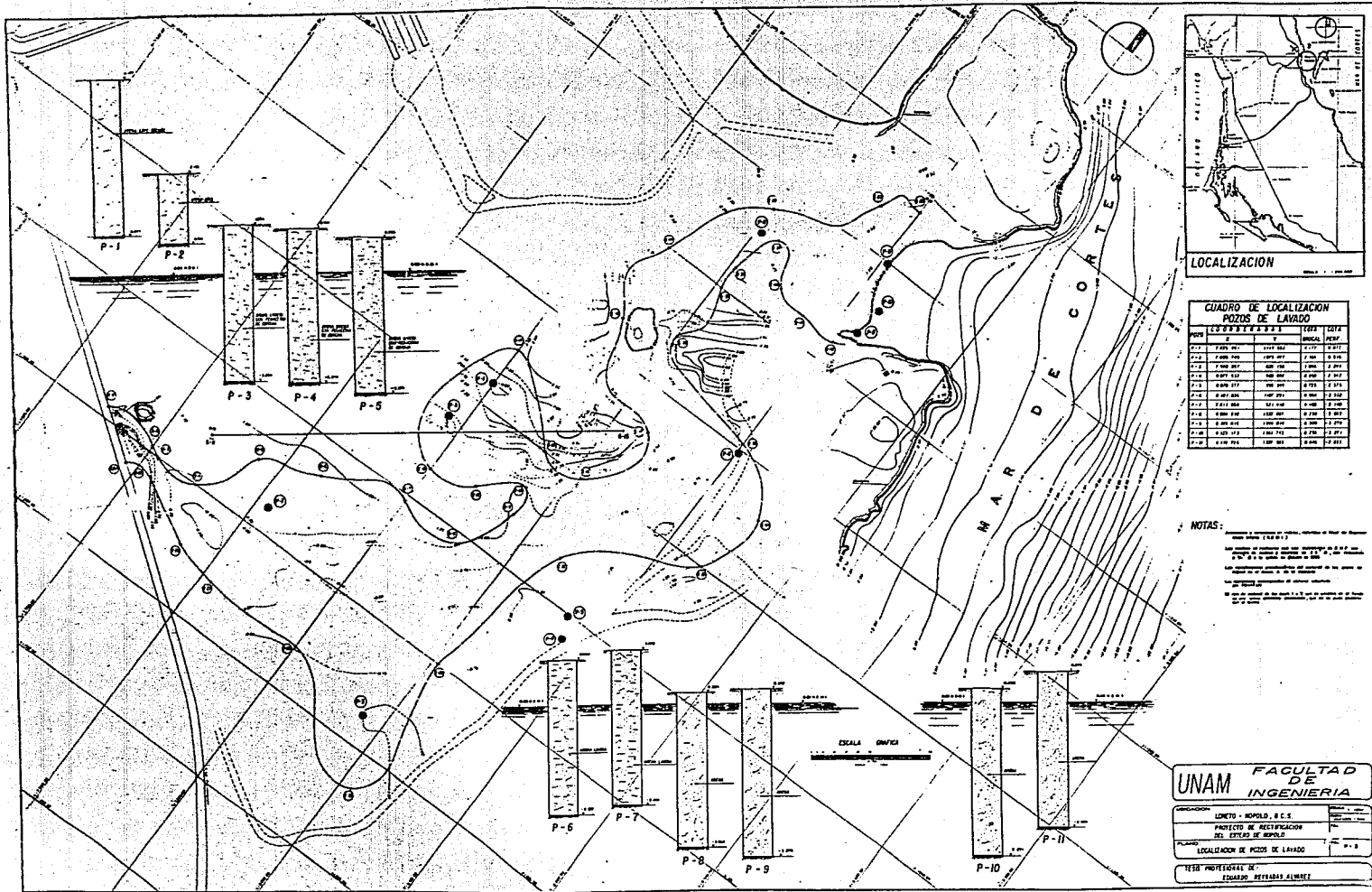
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

FECHA DE ENTREGA

FALLA DE ORIGEN



LOCALIZACION

**CUADRO DE LOCALIZACION**  
**POZOS DE LAVADO**

POZO	ESTRATIGRAFIA	TIPO	COORDENADAS
P-1	1000 1000	1000	1000
P-2	1000 1000	1000	1000
P-3	1000 1000	1000	1000
P-4	1000 1000	1000	1000
P-5	1000 1000	1000	1000
P-6	1000 1000	1000	1000
P-7	1000 1000	1000	1000
P-8	1000 1000	1000	1000
P-9	1000 1000	1000	1000
P-10	1000 1000	1000	1000
P-11	1000 1000	1000	1000

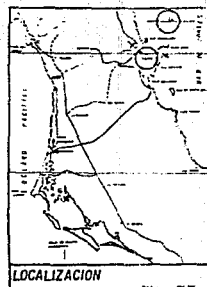
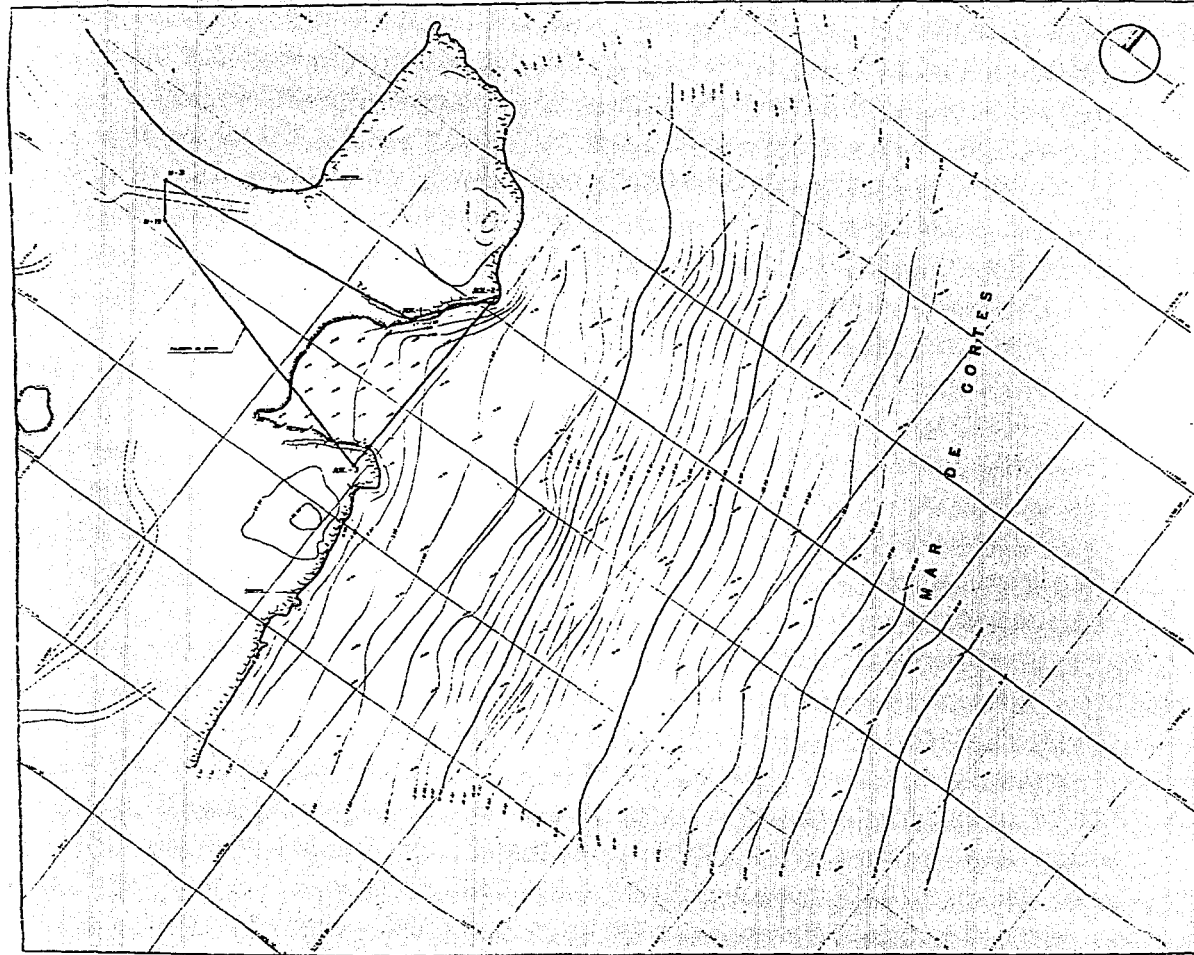
**NOTAS:**

1. Este mapa fue elaborado a partir de los datos de campo y de gabinete.
2. El sistema de coordenadas utilizado es el UTM.
3. La escala horizontal es de 1:50,000.
4. La escala vertical es de 1:10,000.
5. El datum utilizado es el de Mexico.
6. El tipo de terreno es de tipo montañoso.
7. El tipo de suelo es de tipo arenoso.
8. El tipo de vegetación es de tipo selva.
9. El tipo de clima es de tipo tropical.
10. El tipo de población es de tipo rural.
11. El tipo de actividad económica es de tipo agrícola.
12. El tipo de infraestructura es de tipo básica.
13. El tipo de servicios es de tipo básicos.
14. El tipo de recursos naturales es de tipo renovables.
15. El tipo de patrimonio cultural es de tipo material.
16. El tipo de patrimonio natural es de tipo biodiversidad.
17. El tipo de patrimonio histórico es de tipo precolombino.
18. El tipo de patrimonio lingüístico es de tipo indígena.
19. El tipo de patrimonio artístico es de tipo tradicional.
20. El tipo de patrimonio científico es de tipo tecnológico.

**UNAM** FACULTAD DE INGENIERIA

IGNACIO - HERRERA, S. C. S.  
PROYECTO DE INVESTIGACION DEL ESTADO DE MEXICO  
LOCALIZACION DE POZOS DE LAVADO  
FECHA: 1980  
ELABORADO POR: [Nombre]

**FALLA DE ORIGEN**



ESCALA GRÁFICA

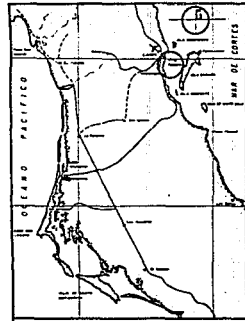
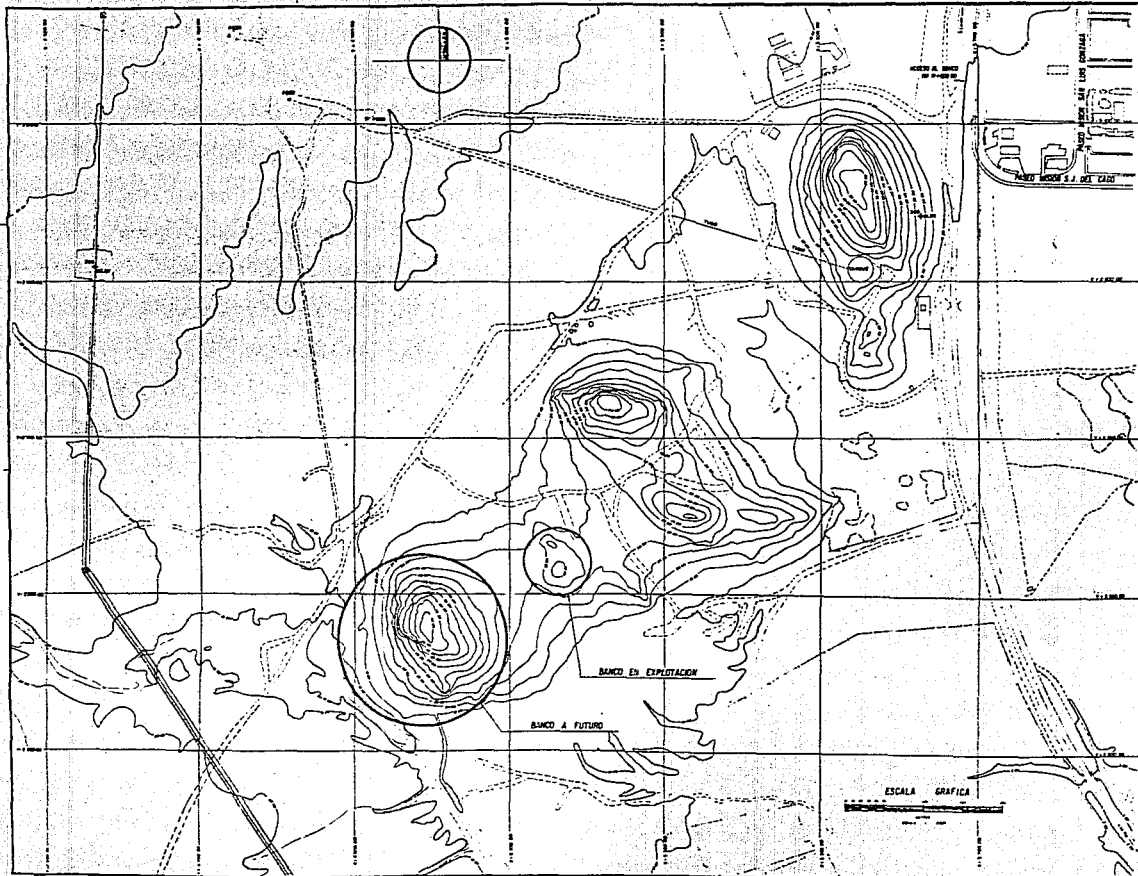
CUADRO DE CONTRUCCION				
PROY.	LADO	LONGITUD	ANGLULO	ALTIPIUM
1	AB	1000	90°	1000
2	BC	1000	90°	1000
3	CD	1000	90°	1000
4	DE	1000	90°	1000
5	EF	1000	90°	1000
6	FG	1000	90°	1000
7	GH	1000	90°	1000
8	HI	1000	90°	1000
9	IK	1000	90°	1000
10	KL	1000	90°	1000
11	LM	1000	90°	1000
12	NO	1000	90°	1000
13	OP	1000	90°	1000
14	QR	1000	90°	1000
15	RS	1000	90°	1000
16	TU	1000	90°	1000
17	VW	1000	90°	1000
18	XY	1000	90°	1000
19	ZA	1000	90°	1000
20	BB	1000	90°	1000
21	CC	1000	90°	1000
22	DD	1000	90°	1000
23	EE	1000	90°	1000
24	FF	1000	90°	1000
25	GG	1000	90°	1000
26	HH	1000	90°	1000
27	II	1000	90°	1000
28	JJ	1000	90°	1000
29	KK	1000	90°	1000
30	LL	1000	90°	1000
31	MM	1000	90°	1000
32	NN	1000	90°	1000
33	OO	1000	90°	1000
34	PP	1000	90°	1000
35	QQ	1000	90°	1000
36	RR	1000	90°	1000
37	SS	1000	90°	1000
38	TT	1000	90°	1000
39	UU	1000	90°	1000
40	VV	1000	90°	1000
41	WW	1000	90°	1000
42	XX	1000	90°	1000
43	YY	1000	90°	1000
44	ZZ	1000	90°	1000
45	AA	1000	90°	1000
46	BB	1000	90°	1000
47	CC	1000	90°	1000
48	DD	1000	90°	1000
49	EE	1000	90°	1000
50	FF	1000	90°	1000

- NOTAS:
- 1. LAS MEDIDAS SON EN METROS Y DECIMOS DE METRO.
  - 2. LAS MEDIDAS SON EN METROS Y DECIMOS DE METRO.
  - 3. LAS MEDIDAS SON EN METROS Y DECIMOS DE METRO.
  - 4. LAS MEDIDAS SON EN METROS Y DECIMOS DE METRO.
  - 5. LAS MEDIDAS SON EN METROS Y DECIMOS DE METRO.
  - 6. LAS MEDIDAS SON EN METROS Y DECIMOS DE METRO.
  - 7. LAS MEDIDAS SON EN METROS Y DECIMOS DE METRO.
  - 8. LAS MEDIDAS SON EN METROS Y DECIMOS DE METRO.
  - 9. LAS MEDIDAS SON EN METROS Y DECIMOS DE METRO.
  - 10. LAS MEDIDAS SON EN METROS Y DECIMOS DE METRO.

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

ALBERTO MORALES S.C.S.  
 PROFESOR DE INGENIERIA  
 DE INGENIERIA EN INGENIERIA  
 DE INGENIERIA EN INGENIERIA  
 DE INGENIERIA EN INGENIERIA

FECHA DE ENTREGA DE LA OBRAS DE INGENIERIA



**LOCALIZACION**

**SIMBOLOGIA**

- □ □ □ Contorno
- Carretera
- Río
- Camino de tierra
- Camino de asfalto
- Camino de tierra
- Camino de asfalto

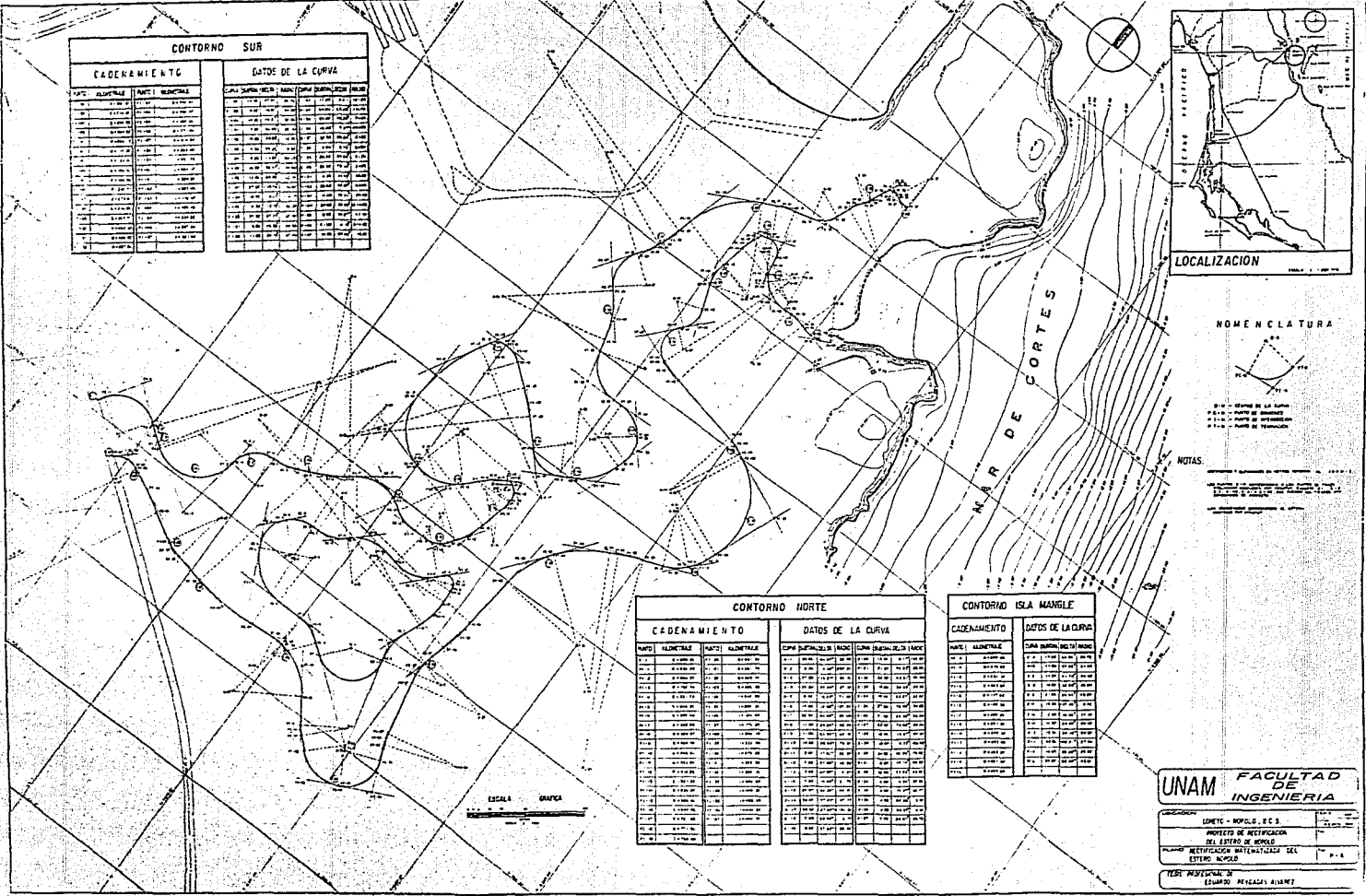
NOTAS:  
 1. Este mapa es el resultado de un estudio de campo.  
 2. La información contenida en este mapa es la que se tiene en el momento de su elaboración.

Elaborado en Loreto, Loreto, B.C.S.  
 La información contenida en este mapa es la que se tiene en el momento de su elaboración.  
 La escala de este mapa es de 1:10,000.

**UNAM FACULTAD DE INGENIERIA**

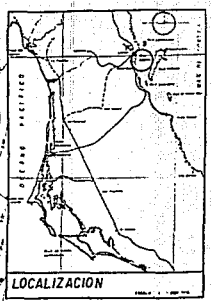
UBICACION:	LORETO - MOPDO, B.C.S.	ESCALA:	1:10,000
PROYECTO DE RECUPERACION DEL LITORAL DE MOPDO		FECHA:	1980
PLANO:	LOCALIZACION DE BANCOS DE ROCA	PAGINA:	P-3
FECHA PROFESIONAL DE: EDUARDO REYNALDO ALMAREZ			

CONTORNO SUR			
CADENAMIENTO		DATOS DE LA CURVA	
PARTE ALTERNATIVA	PARTE REDONDEADA	CURVA DESARROLLADA (M)	ANGULO DE INCLINACION (GR)
1	1	100	90
2	2	100	90
3	3	100	90
4	4	100	90
5	5	100	90
6	6	100	90
7	7	100	90
8	8	100	90
9	9	100	90
10	10	100	90
11	11	100	90
12	12	100	90
13	13	100	90
14	14	100	90
15	15	100	90
16	16	100	90
17	17	100	90
18	18	100	90
19	19	100	90
20	20	100	90
21	21	100	90
22	22	100	90
23	23	100	90
24	24	100	90
25	25	100	90
26	26	100	90
27	27	100	90
28	28	100	90
29	29	100	90
30	30	100	90
31	31	100	90
32	32	100	90
33	33	100	90
34	34	100	90
35	35	100	90
36	36	100	90
37	37	100	90
38	38	100	90
39	39	100	90
40	40	100	90
41	41	100	90
42	42	100	90
43	43	100	90
44	44	100	90
45	45	100	90
46	46	100	90
47	47	100	90
48	48	100	90
49	49	100	90
50	50	100	90



CONTORNO NORTE			
CADENAMIENTO		DATOS DE LA CURVA	
PARTE ALTERNATIVA	PARTE REDONDEADA	CURVA DESARROLLADA (M)	ANGULO DE INCLINACION (GR)
1	1	100	90
2	2	100	90
3	3	100	90
4	4	100	90
5	5	100	90
6	6	100	90
7	7	100	90
8	8	100	90
9	9	100	90
10	10	100	90
11	11	100	90
12	12	100	90
13	13	100	90
14	14	100	90
15	15	100	90
16	16	100	90
17	17	100	90
18	18	100	90
19	19	100	90
20	20	100	90
21	21	100	90
22	22	100	90
23	23	100	90
24	24	100	90
25	25	100	90
26	26	100	90
27	27	100	90
28	28	100	90
29	29	100	90
30	30	100	90
31	31	100	90
32	32	100	90
33	33	100	90
34	34	100	90
35	35	100	90
36	36	100	90
37	37	100	90
38	38	100	90
39	39	100	90
40	40	100	90
41	41	100	90
42	42	100	90
43	43	100	90
44	44	100	90
45	45	100	90
46	46	100	90
47	47	100	90
48	48	100	90
49	49	100	90
50	50	100	90

CONTORNO ISLA MANABE			
CADENAMIENTO		DATOS DE LA CURVA	
PARTE ALTERNATIVA	PARTE REDONDEADA	CURVA DESARROLLADA (M)	ANGULO DE INCLINACION (GR)
1	1	100	90
2	2	100	90
3	3	100	90
4	4	100	90
5	5	100	90
6	6	100	90
7	7	100	90
8	8	100	90
9	9	100	90
10	10	100	90
11	11	100	90
12	12	100	90
13	13	100	90
14	14	100	90
15	15	100	90
16	16	100	90
17	17	100	90
18	18	100	90
19	19	100	90
20	20	100	90
21	21	100	90
22	22	100	90
23	23	100	90
24	24	100	90
25	25	100	90
26	26	100	90
27	27	100	90
28	28	100	90
29	29	100	90
30	30	100	90
31	31	100	90
32	32	100	90
33	33	100	90
34	34	100	90
35	35	100	90
36	36	100	90
37	37	100	90
38	38	100	90
39	39	100	90
40	40	100	90
41	41	100	90
42	42	100	90
43	43	100	90
44	44	100	90
45	45	100	90
46	46	100	90
47	47	100	90
48	48	100	90
49	49	100	90
50	50	100	90



NOMENCLATURA

● = Estación de la Curva  
 ○ = Punto de tangencia  
 ○ = Punto de retroceso

NOTAS:

- Línea de puntos: Línea de puntos  
 - Línea de trazos: Línea de trazos  
 - Línea de guión: Línea de guión

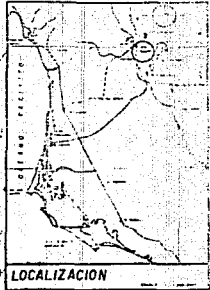
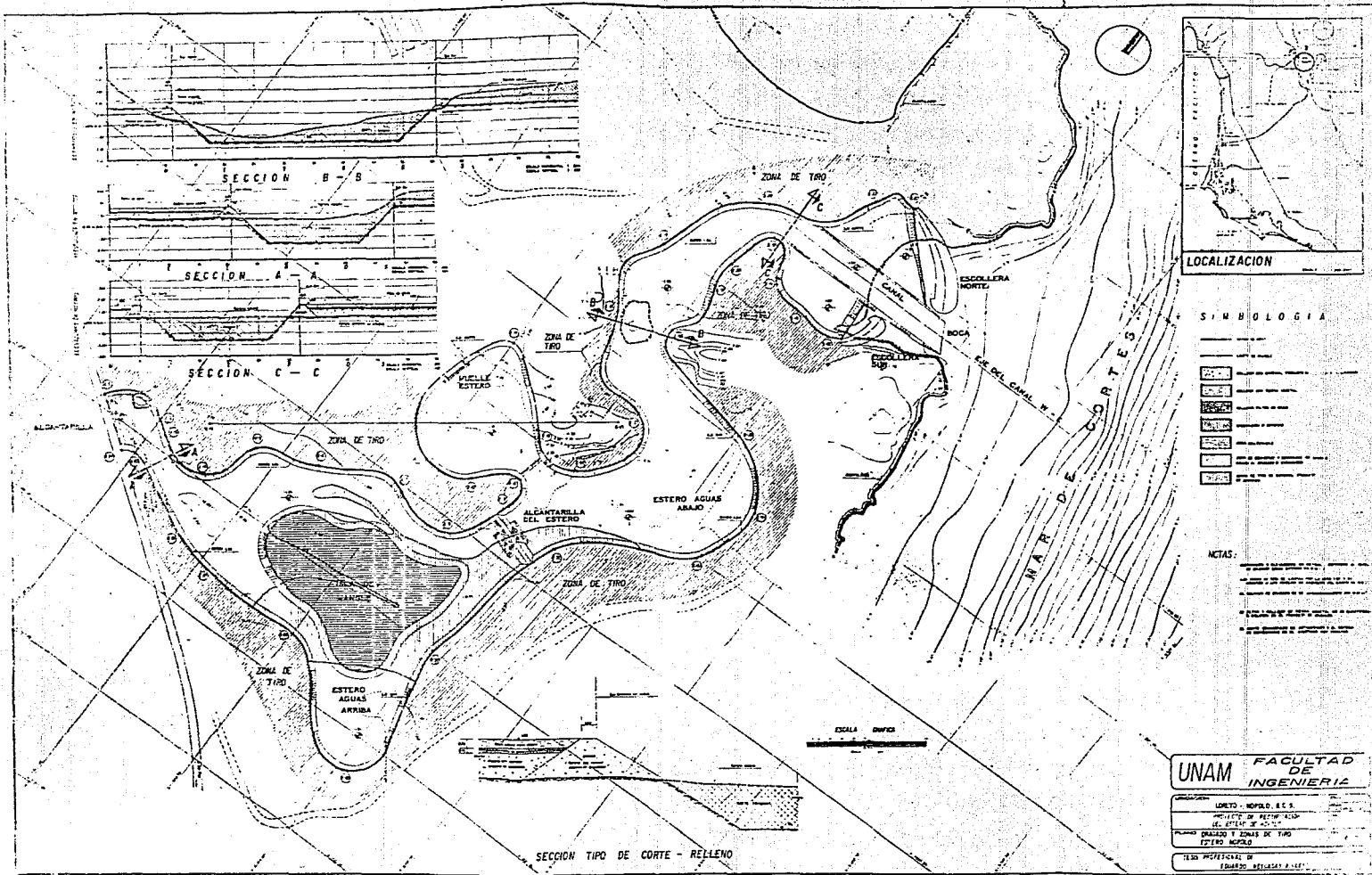
ESCALA GRUFA

**UNAM** FACULTAD DE INGENIERIA

AUTORES: MORELOS, E.C.S.  
 PROYECTO DE INVESTIGACION DEL ESTADO DE MORELOS  
 PLANEO Y DISEÑO DE BARRIO DE INGENIERIA DEL ESTADO DE MORELOS

TITULO PROFESIONAL DE EDUARDO REYES ALBERT





- SIMBOLOGIA**
- [Symbol] ZONA DE TIRO
  - [Symbol] ESTEROS
  - [Symbol] OBRAS DE OBRERA
  - [Symbol] OBRAS DE ALIBRE
  - [Symbol] OBRAS DE ALIBRE
  - [Symbol] OBRAS DE ALIBRE
  - [Symbol] OBRAS DE ALIBRE

- NOTAS:**
- 1. OBRAS DE OBRERA
  - 2. OBRAS DE ALIBRE
  - 3. OBRAS DE ALIBRE
  - 4. OBRAS DE ALIBRE

**UNAM FACULTAD DE INGENIERIA**

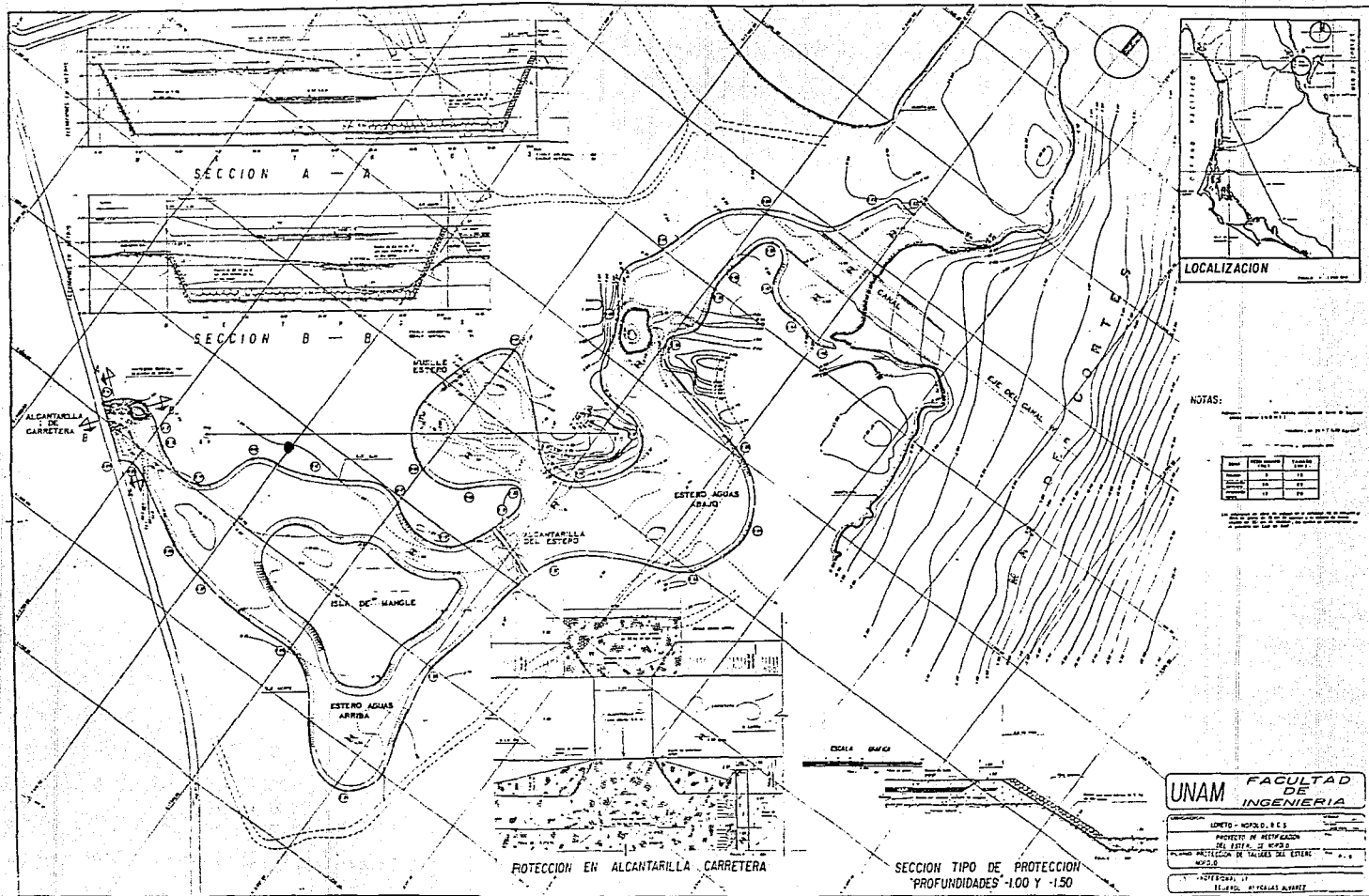
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN DEL ESTERO DE AGUAS ARRIBA

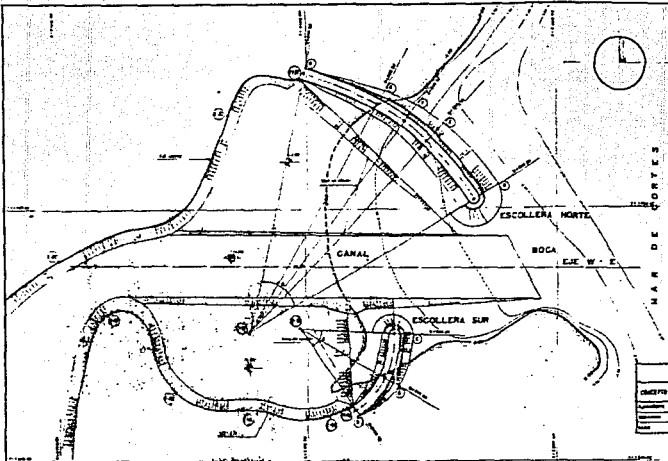
ENCARGADO DEL PROYECTO: DR. EDUARDO ESTRELLA

**FALLA DE ORIGEN**





FALLA DE ORIGEN



ORDEN	TIPO	LONGITUD	ANCHO	ALTO	AREA
1	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...

DATOS DE LA CURVA			
ORDEN	ABSCISAS	ORDENADA	ESCLAR
1	...	...	...
2	...	...	...
3	...	...	...
4	...	...	...
5	...	...	...

POSICIONES REPRESENTATIVAS			
ORDEN	ABSCISAS	ORDENADA	ESCLAR
1	...	...	...
2	...	...	...
3	...	...	...
4	...	...	...
5	...	...	...
6	...	...	...
7	...	...	...
8	...	...	...
9	...	...	...
10	...	...	...
11	...	...	...
12	...	...	...
13	...	...	...
14	...	...	...
15	...	...	...
16	...	...	...
17	...	...	...
18	...	...	...
19	...	...	...
20	...	...	...
21	...	...	...
22	...	...	...
23	...	...	...
24	...	...	...
25	...	...	...
26	...	...	...
27	...	...	...
28	...	...	...
29	...	...	...
30	...	...	...
31	...	...	...
32	...	...	...
33	...	...	...
34	...	...	...
35	...	...	...
36	...	...	...
37	...	...	...
38	...	...	...
39	...	...	...
40	...	...	...
41	...	...	...
42	...	...	...
43	...	...	...
44	...	...	...
45	...	...	...
46	...	...	...
47	...	...	...
48	...	...	...
49	...	...	...
50	...	...	...
51	...	...	...
52	...	...	...
53	...	...	...
54	...	...	...
55	...	...	...
56	...	...	...
57	...	...	...
58	...	...	...
59	...	...	...
60	...	...	...
61	...	...	...
62	...	...	...
63	...	...	...
64	...	...	...
65	...	...	...
66	...	...	...
67	...	...	...
68	...	...	...
69	...	...	...
70	...	...	...
71	...	...	...
72	...	...	...
73	...	...	...
74	...	...	...
75	...	...	...
76	...	...	...
77	...	...	...
78	...	...	...
79	...	...	...
80	...	...	...
81	...	...	...
82	...	...	...
83	...	...	...
84	...	...	...
85	...	...	...
86	...	...	...
87	...	...	...
88	...	...	...
89	...	...	...
90	...	...	...
91	...	...	...
92	...	...	...
93	...	...	...
94	...	...	...
95	...	...	...
96	...	...	...
97	...	...	...
98	...	...	...
99	...	...	...
100	...	...	...

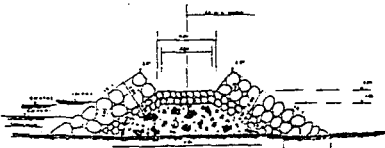
ESCALA GRAFICA PLANTA



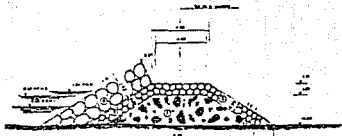
PERFIL LONGITUDINAL DE LA ESCOLLERA NORTE



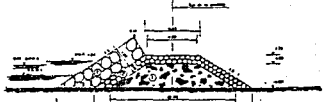
PERFIL LONGITUDINAL DE LA ESCOLLERA SUR



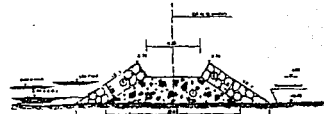
SECCION MORRO -1.50



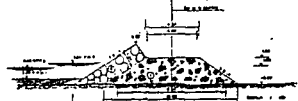
SECCION CUERPO -1.50



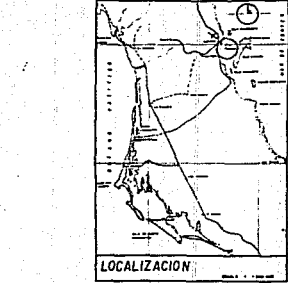
SECCION CUERPO -0.50 A -1.00



SECCION MORRO -0.50



SECCION CUERPO 0.00 A -0.50



SECCION ARRANQUE 0.00

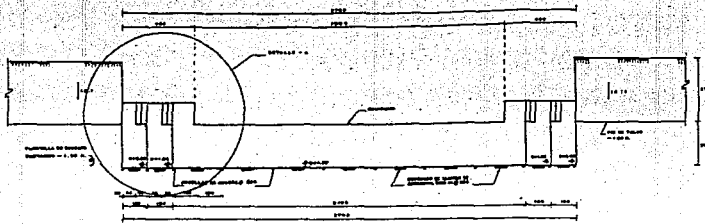
NOTAS:

TABLA DE MATERIALES			
TIPO DE MATERIAL	ESCOLLERA		TOTALES
	NORTE	SUR	
1) Piedra de 20 cm x 30 cm	730 35	840 24	993 67
2) Arena de 20 cm x 25 cm	80 20	...	110 20
3) Piedra de 10 cm x 15 cm	221 30	...	111 30
4) Piedra de 10 cm x 20 cm	31 43	...	31 43
5) Piedra de 10 cm x 30 cm	43 37	...	43 37
6) Piedra de 10 cm x 40 cm	46 32	143 47	179 94
7) Piedra de 10 cm x 100 cm	74 43	...	74 43
8) Piedra de 10 cm x 150 cm	529 32	...	271 32
9) Piedra de 10 cm x 200 cm	199 20	...	199 20
TOTAL	1 227 79	422 24	2 118 32

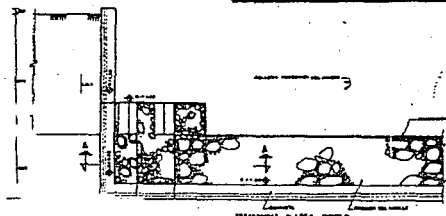
UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DE RECTIFICACION DEL ESTERCO DE BOJOL

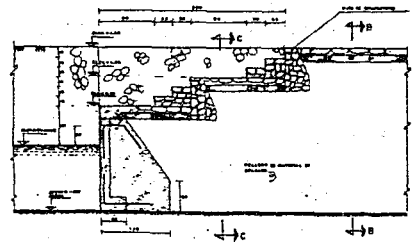
COMITE DE PROTECCION AMBIENTAL



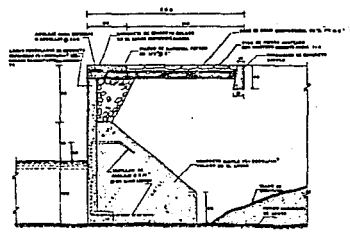
PLANTA DE DIMENSIONES GENERALES



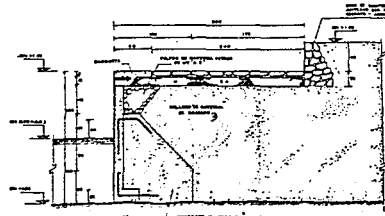
DETALLE - A



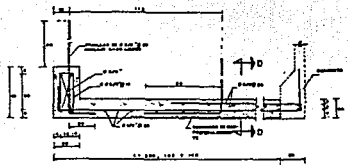
CORTE A - A



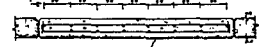
CORTE B - B



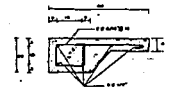
CORTE C - C



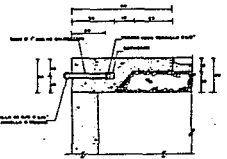
ARMADO LOSAS PRECIGLADAS FRONTALES



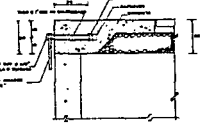
CORTE D - D



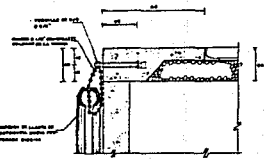
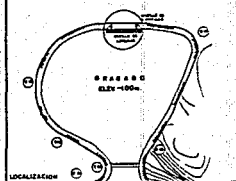
ARMADO DE BANQUETA



SOLUCION DE DEFENSAS Y ARGOLLAS



ARGOLLAS DE AMARRE



DEFENSAS

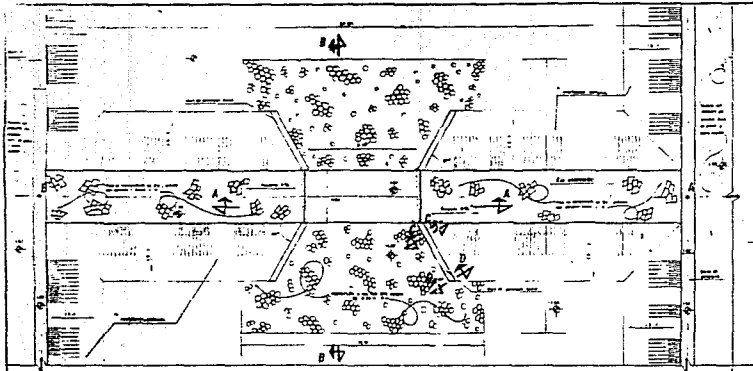
NOTAS:

- En unidades, excepto las indicadas en otro caso.
- Estructuras: En metros, centímetros o milímetros.
- Materiales:
  - Hormigón:  $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$  en promedio.
  - Acero:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  en promedio para barras y  $f_u = 5800 \text{ kg/cm}^2$  para alambres.

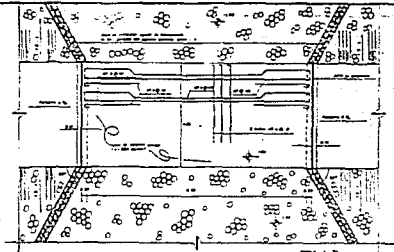
**UNAM** FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DE	LIMITES - AMOLLO, S.C.A.
TITULO DE	PROYECTO DE RECTIFICACION DEL EFUJO DE AMOLLO
FECHA DE	PLANOS PARA LANCEAR EN EL ESTADO DE HARGLO
PAGINA	P - 11

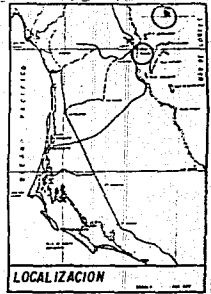
TEXT PROFESIONAL DE  
 CARRERA: INGENIERIA ALMAZAR



PLANTA



PLANTA LOSA SUPERIOR



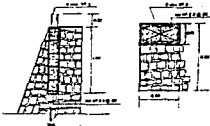
LOCALIZACION



VISTA LONGITUDINAL



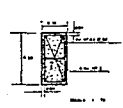
DETALLE ARMADO DE LOSA SUPERIOR



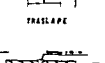
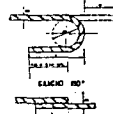
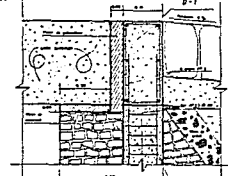
CASTILLO C-1

NOTAS:

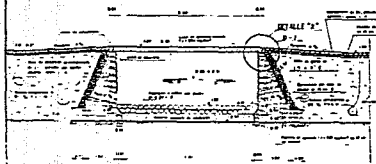
- 1. EL DISEÑO DE LOSA Y COLUMNAS SE HIZO CON EL SUPUESTO DE QUE LA CARGA DE DISEÑO ES DE 1.5 TON/M<sup>2</sup>.
- 2. EL DISEÑO DE LOSA Y COLUMNAS SE HIZO CON EL SUPUESTO DE QUE LA CARGA DE DISEÑO ES DE 1.5 TON/M<sup>2</sup>.
- 3. EL DISEÑO DE LOSA Y COLUMNAS SE HIZO CON EL SUPUESTO DE QUE LA CARGA DE DISEÑO ES DE 1.5 TON/M<sup>2</sup>.
- 4. EL DISEÑO DE LOSA Y COLUMNAS SE HIZO CON EL SUPUESTO DE QUE LA CARGA DE DISEÑO ES DE 1.5 TON/M<sup>2</sup>.
- 5. EL DISEÑO DE LOSA Y COLUMNAS SE HIZO CON EL SUPUESTO DE QUE LA CARGA DE DISEÑO ES DE 1.5 TON/M<sup>2</sup>.



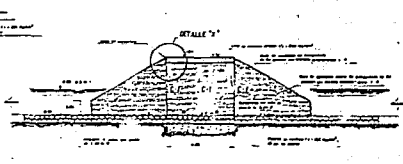
DALA D-1



TIPO	AREA	LONGITUD	VOLUMEN
1	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00

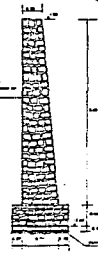
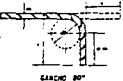


CORTE A - A



CORTE B - B

DETALLE "X"



CORTE C - C



CORTE D - D

TIPO	AREA	LONGITUD	VOLUMEN
1	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA  
 PROYECTO DE RECTIFICACION DEL ESTADO DE NAYARIT  
 ALCAZARILLA DEL ESTADO NAYARIT  
 TESIS PROFESIONAL DE  
 EDUARDO BETANZOS MURRAY

## 8 . BIBLIOGRAFIA

- SOCIEDAD MEXICANA DE MECANICA DE ROCAS  
Primer Simposio Binacional de Mecánica de Rocas (México-Estados Unidos)  
"Fragmentación y Trituración en relación con las Propiedades Geométrico-Mecánicas de las Masas Rocosas"  
México, Febrero 1983
- CONSULTORES, S.A.  
"Rehabilitación de Playas en el desarrollo Nopolo, B.C.S."  
Segunda etapa  
México, 1981
- DIRECCION GENERAL DE CONTROL DE RIOS E INGENIERIA DE SEGURIDAD HIDRAULICA. SUBDIRECCION DE PROCESOS HIDROLOGICOS.  
"Estudio Hidrológico e Hidráulico del Arroyo El Tular, B.C.S."  
México, 1985
- INSTITUTO DE GEOGRAFIA, UNAM - COMISION DE ESTUDIOS DEL TERRITORIO NACIONAL  
"Climas" Baja California Norte y Baja California Sur  
México, Septiembre 1985
- ALFREDO SALAZAR TORRES  
"Topografía II"  
México, 1975
- U. LANGERFORS, B. KIHLSROH  
"The Modern Technique of Rock Blasting"  
Ed. A Halsted Press Book  
Suecia - E.U.A., 1979 (Tercera edición)
- U. S. ARMY COASTAL ENGINEERING RESARCH CENTER  
"Shore Protection Manual" Vols. I, II y III  
E.U.A., 1977 (Tercera edición)
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA INDUSTRIA ELECTRICA  
"Manual de Diseño de Obras Civiles" Tomo I, II y III  
México, 1969
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA INDUSTRIA ELECTRICA  
"Serie Hidrotecnia" Tomos A. 1. 1 - A. 1. 12 (Hidrologia)  
México, 1980
- FRANCISCO J. APARICIO MIJARES. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HIDRAULICA U.N.A.M.  
"Apuntes de Hidrologia de Superficie"  
México, Julio 1977

- INSTITUTO DE INGENIERIA U. N. A. M.  
"Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto" Nº 401  
México, Julio 1977